

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.АТ - 77.00.00.000 ПЗ

Група АТ – 22-2

Свереда Віталій

2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Міністерство освіти і науки України
Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту

Свереда Віталій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 653.13.07

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Підвищення ефективності ділянки мийно-прибіральних робіт
СТО «CAR FIX»

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274-Автомобільний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Криштопа Святослав Ігорович

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Гнип М.М.

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2026

Інститут інженерної механіки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завкафедрою АТ

„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр

Свереда Віталій Володимирович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. **Тема** „Підвищення ефективності ділянки мийно-прибіральних робіт СТО «CAR FIX»” затверджена наказом по університету від _____ № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 19.06.2026 р.
3. Вихідні дані до проекту: Розробити інноваційний проект ділянки мийно-прибіральних робіт СТО «CAR FIX» з використання енергозощаджувальних технологій.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Вступ. 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МИТТЯ АВТОМОБІЛІВ 3. ДІЛЬНИЦЯ МИЙНИХ РОБІТ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГО-ЗАОЩАДЖУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СТО «CAR FIX» 5. ОХОРОНА ПРАЦІ. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:
 - 1 Тема БР
 - 2 Схема розміщення земельної ділянки СТО для зони мийки, що проектується
 - 3 Характеристика видів забруднень автомобілів
 4. Типи мийних установок
 5. Щіткові та ручні мийні установки
 - 6 Розроблена удосконалена технологія миття автомобіля
 - 7-8 Вибір теплового насосу
 - 9 Підбір енергозощаджуючого мийного обладнання для СТО «CAR FIX»
 - 10 Зона мийних робіт
 - 11 Висновки

Керівник

Особистий підпис

/С. Криштопа /

Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання

Особистий підпис

Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ.	30.04.	
1 Розділ	02.05.	
2 Розділ	10.05.	
3 Розділ	15.05.	
4 Розділ	20.05.	
5 Розділ	31.05.	
6 Розділ	03.06.	
Графічна частина (презентація).	14.06.	
Висновки. Список використаних джерел.	17.06.	
Готовність проекту до попереднього захисту	19.06.	

Бакалавр _____

Особистий підпис

Розшифровка підпису

Керівник проекту _____

Особистий підпис

/С. Криштопа /
Розшифровка підпису

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему: „Підвищення ефективності дільниці мийно-прибіральних робіт СТО «CAR FIX»” складається із 99 аркушів формату А4, на яких містяться 5 розділів, 14 таблиць, 26 рисунків.

У відповідності із завданням у представленій дипломній роботі розроблено інноваційний проект дільниці мийно-прибіральних робіт СТО «CAR FIX». В цілях підвищення енергоефективності, зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище та зниження собівартості технічного обслуговування на підприємстві «CAR FIX» пропонується запровадити автоматизовану мийку з використанням енергозощаджуючих технологій.

Наведено загальну характеристику підприємства СТО «CAR FIX», виконано технологічний розрахунок. Проаналізовано основні види забруднень автомобілів. Розглянуто технології струменевого та струменево-щіткового миття автомобілів. Досліджено пересувні шлангові мийки та обладнання для ручного миття автомобілів. Розроблена удосконалена технологія миття автомобілів.

В розділі інноваційна частина запропоновано використати тепловий насос для приготування гарячої води для дільниці мийних робіт, а також для санітарно побутових потреб СТО. Крім цього, пропонується удосконалення системи вентиляції і кондиціонування з впровадженням рекуператора теплової енергії. Планується, що тепловий насос буде живитись низькопотенціальною тепловою енергією з приміщень, які потребують кондиціонування влітку. Взимку це живлення буде забезпечуватись викидами повітря з рекуператора. Додатково рекуператор знижуватиме температуру повітря, що заходить у приміщення влітку і підвищуватиме температуру повітря, що надходить ззовні.

В результаті сумісної дії теплового насоса і рекуператора знизяться затрати на кондиціонування влітку і витрати на опалення взимку. Застосування теплового насоса для приготування гарячої води значно знизить (у 3-4 рази) споживання електроенергії.

Ключові слова: мийна дільниця, енергозощаджуючі технології, автоматизована мийка, тепловий насос, споживання енергії, технологія миття автомобілів.

THE ABSTRACT

Explanatory note to the qualification bachelor's thesis on the topic: "Improving the efficiency of the washing and cleaning section of the "CAR FIX" service station" consists of 99 sheets of A4 format, which contain 5 sections, 14 tables, 26 figures.

In accordance with the task in the presented thesis, an innovative project of the washing and cleaning section of the "CAR FIX" service station has been developed. In order to increase energy efficiency, reduce man-made impact on the environment and reduce the cost of maintenance at the "CAR FIX" enterprise, it is proposed to introduce an automated car wash using energy-saving technologies.

A general characteristic of the "CAR FIX" service station enterprise is given, a technological calculation is performed. The main types of car pollution are analyzed. The technologies of jet and jet-brush car washing are considered. Mobile hose car washes and equipment for manual car washing are studied. An improved car washing technology has been developed.

In the innovative part, it is proposed to use a heat pump to prepare hot water for the washing area, as well as for the sanitary and domestic needs of the service station. In addition, it is proposed to improve the ventilation and air conditioning system with the introduction of a heat energy recuperator. It is planned that the heat pump will be powered by low-potential thermal energy from rooms that require air conditioning in the summer. In winter, this power will be provided by air emissions from the recuperator. Additionally, the recuperator will reduce the temperature of the air entering the room in the summer and increase the temperature of the air coming from the outside.

As a result of the combined action of the heat pump and the recuperator, the costs of air conditioning in the summer and heating costs in the winter will decrease. The use of a heat pump to prepare hot water will significantly reduce (by 3-4 times) electricity consumption.

Keywords: car wash, energy-saving technologies, automated car wash, heat pump, energy consumption, car washing technology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Характеристика підприємства «CAR FIX»	9
1.2 Виробничий програма СТО «CAR FIX».....	13
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МИТТЯ АВТОМОБІЛІВ.....	19
2.1 Технології струменевого миття автомобілів.....	19
2.2 Технології струменево-щіткового миття автомобілів.....	20
2.3 Обладнання для ручного миття автомобілів.....	28
2.4 Пересувні шлангові мийки.....	31
2.5 Основні види забруднень автомобілів.....	33
2.6 Розробка удосконаленої технології миття автомобіля.....	35
3 ДІЛЬНИЦЯ МИЙНИХ РОБІТ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	39
3.1 Енергозаощаджуючі технології на автомобільному транспорті.....	39
3. 2 Технічний проект дільниці мийних робіт з використанням теплового насоса	64
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СТО «CAR FIX».....	69
4.1 Розрахунок окупності теплового насоса	69
4.2 Розрахунок окупності рекуператора	71
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	76
5.1 Безпека під час роботи на мийній дільниці.....	76
5.2 Розрахунок вентиляції мийної дільниці.....	79
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	81
Висновки.....	84
Література.....	85
Додатки.....	87

					БР.АТ – 77.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Свереда В.				Підвищення ефективності дільниці мийно-прибиральних робіт СТО «CAR FIX»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Криштопа С.						6	99
Реценз.						ІФНТУНГ, АТ-22-2		
Н. Контр.	Криштопа.С.							
Затвердив	Гнип М.МІ.							

ВСТУП

Транспорт має важливу роль у соціально-економічному розвитку суспільства. Без транспорту неможливий би був розвиток науково-технічного прогресу. Разом з тим він є джерелом проблем, що пов'язані з виникненням енергетичної кризи та тепловим і хімічним забрудненням довкілля [1-3]. Жодна проблема, мабуть, не хвилює сьогодні людство так, як енергетична криза і тісно пов'язана з нею екологічна небезпека для довкілля. Зростання споживання енергії має найбільший вплив на довкілля, екосистему та біосферу загалом. Найгостріші екологічні проблеми (зміна клімату, кислотні опади, загальне забруднення середовища та інші) безпосередньо чи опосередковано пов'язані з виробництвом, або з використанням енергії. Енергетиці належить першість у хімічному та інших видах забруднення: тепловому, аерозольному, електромагнітному, радіоактивному. Тому не буде перебільшенням сказати, що від вирішення енергетичних проблем залежить можливість вирішення основних екологічних проблем.

У зв'язку з війною економічні умови, що склалися в Україні на теперішній час, суттєво змінили ситуацію. Військове вторгнення російської федерації завдає потужного удару економіці країни та величезних збитків інфраструктурі, виробничим об'єктам, об'єктам комунальної та соціальної сфери. Втрата дієздатності великої частини підприємств потребує зовнішнього втручання в економічні процеси нашої держави. Окрім гуманітарної допомоги Україні потрібна масштабна фінансова підтримка в її спробах втримати економіку та урядових зусиллях для підтримки постраждалих українських громадян.

Україна уже є і в подальшому, безсумнівно, залишатиметься автомобільною розвинутою державою. Сьогодні в Україні нараховувалось близько 9 млн. автомобілів (на 42 млн. мешканців), з них десь 5 млн. - легкові. В Німеччині на 80 млн., населення припадає 47 млн. автомобілів, тобто кожен другий мешканець має авто. Але у зв'язку з воєнними діями кількість автомобілів зменшилась. Деяку чисельність автопарку вдалось населенню відновити за рахунок режиму безмитного ввезення автомобілів з Європи, але довоєнна їх чисельність не відновилась. У процесі підготовки АТЗ до виконання виробничого процесу забезпечується їх надійність та ефективна експлуатація. Для забезпечення ефективного транспортного процесу і утримання АТЗ у технічно справному стані, галузь витрачає значні обсяги ресурсів. Нові конструкційні зміни АТЗ зумовлюють збільшення обсягів технічного обслуговування і їх ремонту, розширення площ автопідприємств зі збільшенням технологічного устаткування, що в цілому підвищує затрати на забезпечення працездатності рухомого складу.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Сучасні станції технічного обслуговування (СТО) надають послуги не лише з технічного обслуговування, а й послуги зі щоденного та сезонного обслуговування, метою якого є утримання автотранспортних засобів в справному, готовому до використання стані, за будь-яких погодних та дорожніх умов, а також підвищення їхньої тривалості експлуатації та ефективності роботи.

Найбільш сприятливим з технічної та економічної точки зору є проведення політики енергозаощадження, що має правовий статус державної політики. У такому контексті енергозаощаджуюча політика повинна розглядатись як сукупність дій, що відповідають загальнонаціональним інтересам: забезпечення життєздатності економіки, охороні навколишнього природного середовища, стратегії безпеки. Енергозаощадження та зниження енергоємності бажано проводити у всіх сферах і галузях енергоспоживання, навіть при збереженні постійних цін чи у випадку їх відносного зниження. Основа зниження енергоємності – оснащення сфери матеріального виробництва, послуг, будівель новітніми технологіями, обладнанням, які відповідатимуть сучасному науково-технічному рівню розвитку.

З метою підвищення рівня організації, удосконалення технологічного функціонування та якості технічного обслуговування на СТО «CAR FIX» пропонується реалізувати проект з впровадженням мийної дільниці з використанням енергозаощаджуючих технологій. Загалом реалізація пропозицій дозволить знизити енергетичні витрати, підвищити рентабельність підприємства, сприяти зниженню негативного впливу на екологію.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика підприємства «CAR FIX»

СТО «CAR FIX» розташоване по вул. Коновальця, 148 Б в м. Івано-Франківськ. Його розташування є зручним, оскільки поруч має місце рух великого потоку транспортних засобів і близько розташовані житлові зони. Територія СТО розміщена на земельній ділянці з рівним рельєфом, та має усі комунікації. Територія підприємства знаходиться неподалік від проїзної частини загального користування, що забезпечують його хороше сполучення, а також поруч є підвід комунікацій. Розміри території достатні для перспективного розвитку підприємства.

«CAR FIX» - це динамічна компанія, яка займається ремонтом автомобілів і має дві площадки з обслуговування та ремонту автомобілів у м. Івано-Франківську. Одна з таких площадок з корпусом СТО знаходиться на локації м. Івано-Франківськ, вул. Коновальця, 148 Б. Безпосередньо біля корпусу СТО знаходиться ділянка з продажу автомобілів Boss Auto Ukraine. На початок 2026 року (у квітні) Boss Auto Ukraine збудував собі на локації м. Івано-Франківськ, вул. Коновальця, 320, нову велику площадку для продажу автомобілів, розраховану на розміщення 250 автомобілів. Таким чином, стара площадка на 40 автомобілів біля корпусу СТО «CAR FIX» звільняється і на звільненій ділянці можна збудувати невеликий корпус, що буде призначений для діагностики і ремонту двигунів.

Адміністративний та виробничий корпус знаходяться в одному приміщенні. В східній і західній частинах СТО розташована відкрита стоянка АТЗ. Зона очікування автомобілів на території розташована з врахуванням умов заїзду в зону обслуговування автомобілів та виїзду їх у зону зберігання.

Ширина проїзної частини для одностороннього руху становить 3 метри, а для двостороннього руху – 6 метрів. Також, згідно встановлених нормативів забезпечені під'їзди пожежних автомобілів до всіх приміщень СТО.

Показники генерального плану:

- площа території – 0,45 га;
- площа забудови - 1900 м²;
- коефіцієнт щільності забудови – 0,4;
- коефіцієнт озеленення – 15 %.

«CAR FIX» розташоване в помірній кліматичній зоні. Зима холодна, літо жарке. Середня добова температура повітря влітку складає +18-20 °С, взимку -12-14 °С. За даними метеослужб напрям вітру, більшу частину року, західний та

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

південно-західний. Площа підприємства становить 3525 м², з площею забудови 1410 м².

Підприємство сплановане відповідно до будівельних, санітарних технологічних та інших вимог. Основою планування виробничих приміщень та споруд станції технічного обслуговування є створення оптимальних взаємозв'язків між відділами підприємства. Основна будівля СТО зведено зі стандартизованих залізобетонних конструкцій – балок, ферм, плит та перекрить. Товщина стін 0,4 м. Вони збудовані з окремих блоків, заповнених в середині теплоізоляційним матеріалом. По периметру виробничого корпусу розташовуються допоміжні приміщення. Приміщення освітлюються природним світлом скрізь бокові вікна. Додаткове освітлення забезпечується штучними освітлювальними приладами. Висота виробничих приміщень від 4,8 до 5,2 м над підлогою.

Виробничі приміщення СТО та адміністрація розміщені в одній будівлі. Окремо розміщені:

- зона паркування для зберігання автомобілів на продаж;
- зона розташування автомобілів, що очікують обслуговування;
- зона паркування для зберігання транспортних засобів персоналу, клієнтів та відвідувачів.

Основні ворота знаходяться поряд з виробничим корпусом. Ширина внутрішньої проїзної частини складає 4 метри.

Для забезпечення вимог пожежної безпеки на території підприємства встановлено гідрант, дві пожежні тумби з піском і необхідний інструмент. На території підприємства забезпечений вільний під'їзд пожежних автомобілів до всіх приміщень. Плануються зелені насадження на території підприємства.

На СТО «CAR FIX» використовується централізована система керування виробничим процесом [5,6], яка передбачає:

- розподіл функцій між керівником та персоналом;
- опрацювання інформації отриманої в процесі роботи, про стан ресурсів виробництва та об'єми робіт;
- оптимальне планування виробничого процесу.

Директор здійснює керівництво проведенням всіх робіт з обслуговування і ремонту рухомого складу, здійснює його планування, аналіз і удосконалення, бере участь у розробці і впроваджує заходи з підвищення ефективності виробництва, забезпечує утримання будівель, споруд і технологічного обладнання в справному стані, відповідає за матеріально-технічне постачання і організацією складського господарства. Майстер приймальник здійснюють прийом і випуск автомобілів, перевірку їх технічного стану, контроль якості ТО і ПР рухомого складу.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Директор, крім виконання своїх прямих обов'язків, повинен координувати дії своїх підлеглих, а також стежити за якістю виконання робіт, оформляти листок обліку, здійснюють загальне керівництво роботою виробничих ділянок, регулюють їх діяльність. Директор організовує видачу премій в залежності від обсягу та якості виконаної роботи, стежить за правильністю витрат матеріалів і робочих ресурсів.

В організації чітко розділені повноваження. Кожен співробітник виконує конкретно позначені види діяльності, зазначені в трудовому договорі.

Відповідальність за здійсненням заходів з охорони праці лежить на директорі підприємства та керівниках підрозділів. Проводиться планування заходів з охорони праці. В цеху вивішені інструкції з охорони праці при роботі зі стендами та обладнанням.

При прийманні на роботу нових працівників виробничого відділу, керівник СТО проводить з ними інструктажі з техніки безпеки на підприємстві. Ввідний інструктаж керівник СТО проводить в кабінеті, а вторинні та поточні інструктажі, безпосередньо на робочому місці працівника. Повторний інструктаж проводять по плану ввідного кожні пів року.

Структура управління та штатна чисельність працівників визначаються директором станції в залежності від обсягу, характеру та складності виконуваної роботи. Управління може бути реорганізовано або ліквідовано на підставі наказу директора станції.

Система технічного обслуговування і ремонту – сукупність взаємопов'язаних засобів, документації технічного обслуговування і ремонту, а також виконавців, необхідних для підтримки і відновлення якості виробів, що входять в цю систему.

Метою даної системи технічного обслуговування є забезпечення відповідності стану автотранспортних засобів населення встановленим вимогам і підвищення ефективності їх використання власниками.

СТО «CAR FIX» може виконувати технічне ТО та ПР різних марок автомобілів.

Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів виконуються на СТО відповідно до вимог чинної законодавчої, нормативно-технічної та іншої керівної документації, затвердженої у встановленому порядку.

При прийманні автомобілів на ТО і ремонт, а також при видачі автомобілів СТО керується “Технічними вимогами на здачу і випуск з ТО і ремонту автомобілів, що належать громадянам”.

Якщо при прийманні і в процесі діагностики автомобіля будуть виявлені несправності, що загрожують безпеці руху, то вони підлягають усуненню на СТО за узгодженням з власником автомобіля.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.1 – Види робіт, які виконуються на СТО

Види робіт, які виконуються на СТО	Міські універсальні СТО до 10 постів
Діагностування в об'ємі Д-1	+
Діагностування в об'ємі Д-2	+
Мастильні	+
Регулювальні	+
Шиномонтажні і вулканізаційні	+
Ремонт агрегатів	+
Заміна агрегатів	+
Капітальний ремонт агрегатів	+
Кузовні	+
Повне фарбування	+
Прибирально-мийні	+
Продаж запасних частин	+

Після приймання автомобіль спрямовують на відповідну виробничу ділянку. У випадку зайнятості робочих постів, на яких повинні виконуватися роботи згідно наряд-замовленню, автомобіль поступає на місце очікування автомобіля або зберігання, а звідти, у міру звільнення постів, прямує на ту або іншу виробничу ділянку. Після завершення робіт автомобіль поступає на ділянку видачі.

Для автомобілів на СТО використовуються зони технічного обслуговування та ПР. Також в проекті були розроблені декілька окремих постів, такі як: мийка і комп'ютерна діагностика.

Якщо розглядати зону ТО, то вона поділена на пости, де знаходяться лінії на яких проходить технічне обслуговування та ремонт: ходової частини, двигунів, геометрія коліс. Процеси з обслуговування транспортних засобів характеризують порядок здійснення операцій по кожному з видів робіт відповідно до типу та призначення транспортного засобу.

Організація ТО та ПР характеризує та залежить від змісту робіт та виробничої програми, що повинна бути виконана за певний час. До процесу ТО входить діагностування технічного стану транспортного засобу, з метою отримання даних про справність, для оцінки стану вузлів, агрегатів та систем без розбирання складових частин автомобіля, що дає можливість зекономити час, матеріальні та трудові ресурси.

Організація технічної підтримки та обслуговування транспортних засобів є зручною, оскільки всі приміщення розміщуються так, що дають можливість автомобілям проходити технічне обслуговування та поточний ремонт незалежно одне від одного.

Аналіз статистичних даних показав, що на СТО за останній рік близько 2580 автомобілів отримали ТО і ПР. На СТО виконують ремонт ходової частини та її

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

вузлів, заміна вузлів та агрегатів, заміна моторних та трансмісійних олив, заміна фільтрів, монтаж додаткових опцій, обраних клієнтом; буртування та балансування коліс; регулювання кутів розвалу та сходження коліс, усунення несправностей електрообладнання і т.і.

Організація технологічного процесу ТО і ремонту автомобілів індивідуальних власників на СТО проводять за наступною схемою. Автомобілі, які надходять на ТО і ремонт, спочатку піддають прибирально-мийним роботам і направляють на дільницю діагностування для визначення технічного стану, потрібного обсягу і вартості робіт, після чого доставляють на дільницю ремонту. Після виконання потрібних робіт автомобіль переміщують на дільницю видачі (стоянка зберігання).

1.2 Виробнича програма СТО

1.2.1 Вихідна інформація для розрахунку виробничої програми

На основі статистичних даних зібраних на переддипломній практиці кількість різних марок автомобілів, що обслуговуються протягом місяця становить приблизно 200 шт., протягом року це буде (200 x 12) 2400 шт.

Модель автотранспортних засобів: Peugeot-301.

Кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються СТО протягом року:
N = 2400 автомобілів.

Тип СТО: універсальна.

Середньорічний пробіг автомобілів: $L_p = 16000$ км.

Кількість заїздів автомобіля на СТО в рік: $d = 1$ заїзд [2].

Режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну.

Решта даних будуть прийняті в процесі розрахунку.

1.2.2 Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО.

1.2.2.1 Розрахунок річного об'єму робіт на СТО.

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для Peugeot-301 проводжу за формулою:

$$T_p = N_{\text{ТОіПР}} \cdot L_p \cdot t / 1000, \quad (1.1)$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км, $t = 1,2$ люд-год/1000 км [1]

$N_{\text{ТОіПР}}$ - кількість заїздів для ТО і ПР.

$$T_{\text{ТОПР1}} = 2400 \cdot 16000 \cdot 1,2 / 1000 = 46080 \text{ люд-год.}$$

Розрахунок річного об'єму прибирально-мийних робіт на СТО

$$T_{\text{ПМ}} = \left(\sum L_p \times \kappa \times t_{\text{ПМ}} \right) / 1000, \quad (1.2)$$

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$T_{п.м.1}=(1500 \cdot 18000 \cdot 0,3 \cdot 0,6)/1000=6912 \text{ люд-год.}$$

де k – кількість заїздів для миття на 1000 км; $k = 0,5 \dots 1$; Приймаємо $k = 0.6$

$t_{пм}$ - трудомісткість прибирально-мийних робіт [2].

Загальний обсяг робіт T_3 по СТО для Peugeot-301 буде складатися з суми робіт по основній діяльності $T_{ТО,ПР}$, обсягу прибирально-мийних робіт $T_{пм}$:

$$T_{31} = T_{ТО,ПР1} + T_{пм1} + T_{зр} + T_{пп} \text{ люд-год.} \quad (1.3)$$

$$T_{31} = 46080 + 6912 + 8428 + 700 = 62120 \text{ люд. год.}$$

1.2.2.3 Кількість явочних робітників розраховують за формулою:

$$P_{я} = T / \Phi_{я}, \text{ чол.} \quad (1.4)$$

де $\Phi_{я}$ – річний фонд робочого часу явочного робітника, $\Phi_{я} = 2002$ год. [2].

$$P_{я} = 62120 / 2002 = 31, \text{ чол}$$

1.2.2.4 Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$P_{ш} = P_{я} / \varepsilon, \text{ чол.;} \quad (1.5)$$

де ε – коефіцієнт штатності, $\varepsilon = 0,9$. [2].

Розподіл трудомісткості робіт і кількості робітників зведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.3 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.год	$\Phi_{я}$, год.	$P_{я}$, чол.	ε	$P_{ш}$, чол.
Діагностичні	4	1843.2	2002	0.9	0.9	1.0
ТО в повному обсязі	10	4608	2002	2.3	0.9	2.6
Масильні	2	921.6	2002	0.5	0.9	0.5
Регулювальні та встановлення кутів коліс	4	1843.2	2002	0.9	0.9	1.0
Регулювальні та встановлення гальм	3	1382.4	2002	0.7	0.9	0.8
ТО і ПР системи живлення і електротехнічні роботи	4	1843.2	2002	0.9	0.9	1.0
Шиномонтажні і вулканізаційні роботи	1	460.8	2002	0.2	0.9	0.3

ПР вузлів і агрегатів	12	5529.6	2002	2.8	0.9	3.1
Кузовні (бляхарні, зварні, мідницькі)	30	13824	2002	6.9	0.9	7.7
Малярні	25	11520	2002	5.8	0.9	6.4
Оббивні і арматурні	5	2304	2002	1.2	0.9	1.3
Разом	100	46080		23.0		25.6
ЩО:Прибиральні	30	2073.6	2002	1.0	0.9	1.2
Мийні	55	3801.6	2002	1.9	0.9	2.1
Обтирочні	15	1036.8	2002	0.5	0.9	0.6
Всього:	100	6912		3.5	0.9	3.8
	100	9128.1	2002	4.6	0.9	5.1
Разом по СТО:		52992		31.0		34

1.2.2.5 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.4 - Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _С , чол.
Загальне керівництво	1
Бухгалтерський облік, фінансова діяльність	1
Матеріально-технічне постачання	1
Майстри-приймальники	2
Пожежно-сторожова охорона	2
Спеціаліст з менеджменту і маркетингу	1
Разом	8

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{Ш}} = P_{\text{Шпр}} + P_{\text{С}} = 14 + 8 = 22 \text{ чол.}$$

1.2.3 Визначення кількості постів ТО і ПР.

1.2.3.1 Визначаю кількість постів ТО і ПР у тому числі кузовні:

$$X_{\text{ТОПР}} = T_{\text{ТОіПР}} \cdot K_{\text{П}} / (\Phi \cdot P_{\text{ср.}} \cdot \eta), \quad (1.6)$$

де $T_{\text{П}}$ – трудомісткість постових робіт на СТО, люд.-год.;

$K_{\text{П}}$ - коефіцієнт, який враховує долю постових робіт, $K_{\text{П}}=0,65$;

$P_{\text{ср.}}$ – середня кількість робітників на одному пості, чол. $P_{\text{ср.}}=3$;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

$$X_{\text{ТоіПР1}}=46080 \cdot 0,65 / (2002 \cdot 2 \cdot 0,93) = 5.36 \approx 6 \text{ пости.}$$

1.2.3.2 Визначаю кількість постів прибирально-мийних робіт:

$$X_{\text{ПМ1}}=N_{\text{д}} \cdot \varphi / (D_{\text{пр}} \cdot \Pi_{\text{у}} \cdot \eta) = 26 \cdot 1,1 / (8 \cdot 4 \cdot 0,93) = 1,96 = 2 \text{ постів.} \quad (1.7)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт, $N_{\text{д}}=8$ авт.

$\varphi_{\text{ЩО}}$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на мийку;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta=0,93$.

1.2.3.3 Визначаю кількість постів прийому автомобілів:

$$X_{\text{П}}= N_{\text{СТО}} \cdot d \cdot \varphi / (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{П}} \cdot A_{\text{П}}), \quad (1.8)$$

де $T_{\text{П}}$ – кількість годин роботи поста на добу;

$A_{\text{П}}$ – пропускна здатність поста прийому автомобілів, авт./год.

$$X_{\text{П1}}=2400 \cdot 3 \cdot 1,1 / (305 \cdot 8 \cdot 3) = 0,961 = 1 \text{ пост.}$$

1.2.3.4 Визначаю кількість автомобільних місць для зберігання готових автомобілів:

$$X_{\text{Г}}= N_{\text{д}} \cdot T_{\text{П}} / T_{\text{В}}, \quad (1.9)$$

де $T_{\text{В}}$ – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$$X_{\text{Г1}}=8 \cdot 8 / 8 = 8 \text{ автом. місць.}$$

1.2.4 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО.

1.2.4.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{\text{з}}=Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2, \quad (1.10)$$

де Z - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=7,9 \text{ м}^2$, [4]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K=7$. [1]

1.2.4.2 Площі діляниць.

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

Площі діляниць вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимально завантажену зміну. [3]

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок площ ділянок зведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.5 - Площа зон

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F _з , м ²
Зона ТО і ПР	6	361.2
Зона прибирально-мийних робіт	2	120.2
Зона діагностики	1	60.2
Всього	9	602

Таблиця 1.6 - Площі виробничих ділянок

Назва ділянок	Кількість працюючих	Площа ділянок, F _д , м ²
Агрегатно-моторна	1	18
Шиномонтажна	1	18
Діагностики	1	18
Електротехнічна	1	18
Ремонт приладів сист. живлення	1	18
Всього		90

Таблиця 1.7 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м ²
Запасні частини	8
Агрегати і вузли	10
Матеріали	4
Лакофарбові	2
Мастильні матеріали	2
Склад кисню і ацетилену	2
Всього	30

1.2.4.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$F_{B.3}=Z_{B.3} \cdot f \cdot K_B, \text{ м}^2 \quad (4.11)$$

де $Z_{B.3}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{B.3}=8$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=8,6 \text{ м}^2$.

$K_{щ}$ - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні, $K_{щ}= 7$.

$$F_{B.3}=8 \cdot 6,6 \cdot 3,5=482 \text{ м}^2.$$

1.2.4.4 Площа складських приміщень.

Площа складських приміщень розраховують для СТО приймаються з розрахунку на кожні 1000 обслужених автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в табл. 4.5.

Площа виробничого корпусу:

$$F_{BK}= F_{зон.} + F_{СКЛ} + F_{Д}=422+144+28=718 \text{ м}^2.$$

1.2.4.5 Площа забудови.

$$F_{ЗAB}=F_{BK} + F_{ПП} + F_{AD}=594+18+120=814 \text{ м}^2.$$

1.2.4.6 Площа території СТО.

$$F_{TEP}= (F_{ЗAB} + F_{B.3})/K_{щЗ}, \text{ м}^2;$$

де $K_{щЗ}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{щЗ}=0,8$.

$$F_{TEP}=(720+211)/0,45=2879 \text{ м}^2=0,288 \text{ га}.$$

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МИТТЯ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Технології струменевого миття автомобілів

Сучасне автоматичне струменеві миття легкових автомобілів включає використання наступного обладнання: насосну станцію з високим тиском води (до 10 МПа); рамку змочування з можливістю застосування миючих розчинів та рамку ополіскування; два передніх, два задніх та нижній миючі механізми з автоматичним приводом [17, 18].

Всі мийні механізми мають аналогічну конструкцію, що забезпечує зворотно-поступальне вертикальне (а передні механізми і поворотно-обертальне), коливальне переміщення колекторів з соплами і відрізняються тільки розмірами.

Сопла на всій установці закріплені на шарових шарнірах, що дозволяють встановлювати оптимальний кут атаки кожного струменя. У процесі миття автомобіль переміщається зі швидкістю 3,5...7 м/хв із зупинками на 15...20 с через кожні 1,5...2 м. Автомобілі надходять на установку з інтервалом 1,7...2 м, включення та вимкнення установки відбувається при наїзді коліс автомобіля на одну з двох педалей керування.

Струменеві мийні установки застосовуються головним чином для миття автомобілів зі складною конфігурацією (рис. 1.1). Іноді вони використовуються для миття фургонів та легкових автомобілів. Їх відрізняє універсальність, простота конфігурації, мала металоємність та компактність. Недоліком цих установок є велика витрата води (600... 1500 л на один вантажний автомобіль) та недостатньо висока якість мийних робіт.

Вода під високим тиском обробляє поверхню автомобіля з гранично близької відстані (менше 0,5 м). Відстеження контуру автомобіля проводиться інфрачервоними датчиками, за рахунок чого досягається оптимальний кут атаки водяного струменя. Декілька вентиляторів забезпечують ефективно і швидко сушіння автомобілів. Використовуються на вибір різні програми миття, що складаються з попереднього миття, основного миття, сушіння та нанесення воску. Найбільш прості конструкції установок можуть мати нерухомі сопла. Для приводу порталу використовуються асинхронні двигуни змінного струму з регулюванням швидкості обертання частотою.

Технічні характеристики автоматичних струменевих мийних установок вітчизняного виробництва представлені у табл. 1.1.

З метою підвищення якості миття при зниженні витрати води та зменшення експлуатаційних витрат використовуються струменево-щіткові мийні установки.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19



Рисунок 1.1– Портальні безконтактні автомобільні мийки для автомобілів малої вантажопідйомності: а - з вертикальною мийною балкою; б, в - з горизонтальною мийною балкою та бічними мийними блоками;

1 - вертикальна мийна балка; 2 - соплові блоки; 3 - портал; 4 - горизонтальна мийна балка; 5 - одинарні блоки

2.2 Технології струменево-щіткового миття автомобілів

Під час струменево-щіткового миття автомобілів очищення поверхонь від бруду рівнозначно здійснюють як щітки, так і струменеві органи, що використовують для цього кинджальні струмені високого тиску [19, 20].

Щітки при цьому очищають рівні бічні та торцеві поверхні, а струменеві органи – екрановані та рельєфні поверхні.

Надійність струменево-щіткових мийних установок нижча, ніж струменевих, а трудомісткість їх обслуговування значно вища.

Мийний блок миття коліс являє собою тарілчасті щітки, що по черзі обертаються вліво і вправо, з вбудованими потужними грязьовими соплами.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1–Технічні характеристики струменевих мийок

Модель	М-127	М-129	1126М
Тип	Стаціонарна, струйно-щіткова, автоматична, для вантажних автомобілів	Стаціонарна, струйна, автоматична, для вантажних автомобілів	Стаціонарна, автоматична, для автобусів вагонного типу
Продуктивність, авт./год	15-20	25-50	до 30
Витрата води, л/авт.	до 1500	до 1000	360
Робочий тиск насоса, МПа	2,0	2,0	
Тиск води, що подається, МПа	0,3-0,6	0,3	0,3-0,6
Тиск повітря, що подається, МПа	—	—	0,5-1,0
Витрата повітря, м ³ /год	—	—	8-10
Напруга живлення, В	380/3ф	380/3ф	380/3ф
Встановлена потужність, кВт	55,5	48,8	6
Габаритні розміри, мм	9600х5400х5200	4500х5500х4000	9700х5900х1100
Маса, кг	5500	2150	4000

Арка сушіння складається з потужних вентиляторів, вмонтованих у горизонтальний блок, що відстежує контур кузова автомобіля, а боковини сушаться двома блоками, вмонтованими у стійки порталу. Характерним прикладом струменево-щіткової установки є модель М-127. Прикладом безконтактних автоматичних мийок світових виробників можуть бути: порталне автоматичне миття легкових автомобілів Navigator виробництва HROEquipment (США); багатофункціональні компактні порталні мийки Liberti для легкових автомобілів фірми RIKO (США); порталні без щіткові мийки Tornado, Cyclone Gold, EuroStar фірми Autoequip Lavaggi (Італія).

Портальне миття EuroStar є високотехнологічною мийною системою для встановлення на невеликих площах (близько 8м²) як в середині приміщення, так

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

і зовні. Модель включає миття під високим тиском з системою відстеження контуру автомобіля і є повністю автоматичною. Технічні характеристики автоматичних безконтактних мийних установок імпорного виробництва наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2–Технічні характеристики безконтактних мийних установок

Технічні характеристики	Tornado2100	Tornado2400
Габаритні розміри мийки (ширина х довжина х висота), мм	3560x1940x3070	3560x1940x3510
Максимальні габаритні розміри автомобіля (ширина х висота),мм	2000x2100	2000x2400
Рекомендовані габаритні розміри приміщення (ширина х довжина х висота), м	4,5x11,0x3,5	4,5x11,0x4,0
Пропускна здатність, авт./год	10...12	10...12
Витрата води на миття одного автомобіля, л	210	10
Витрати води з миттям днища, л	250	250
Тиск стисненого повітря, МПа	0,9	0,9
Продуктивність, л/хв	25...30	25...30
Споживана потужність, кВт	22	26

Автоматичні щіткові порталні мийки (рис. 2.2) відрізняються продуктивністю, якістю сушіння та надійністю. Порталні мийки мають велике поширення та використовуються в основному для миття легкових автомобілів та автобусів. Основа такого миття - портал 1, на якому змонтовані дві або чотири вертикальні щітки 3, одна горизонтальна 2, а також системи обдування і автоматики, що управляє. Портал поставлений на рейки 4, якими він переміщається щодо автомобіля, що обслуговується.

В автоматичних порталних мийках пропускна здатність досягає 12 авт./год, комбінуються переваги інтенсивного основного миття під тиском 6 МПа та ретельного щіткового очищення. Крім того, автоматичні порталні мийки забезпечуються додатковими потужними вентиляторами і системою обдування повітрям, що переміщується вздовж контуру автомобіля і гарантують чудову якість сушіння.

Для професійних користувачів вибір мийок проводиться за такими факторами, як економічність, надійність та простота ТО [22, 24].

Автоматичні порталні мийки надійні та вимагають мінімальних витрат на технічне обслуговування, відрізняються якістю матеріалів, що

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

використовуються. Пневматична система управління забезпечує ідеальний тиск притиску верхньої та бічних щіток.



Рисунок 2.2 – Щіткове портальне миття:

1 - портал; 2 – горизонтальна щітка; 3 – вертикальна щітка; 4 - рейки

Стандартна комплектація портальних мийок містить дозатор подачі шампуню у воду. На миття можуть бути встановлені додаткові пристрої, що розширюють асортимент послуг. До них відносяться установка високого тиску, пристрій для миття днища, комплект щіток для миття коліс, пристрій прийому магнітних карт і жетонів. Передбачено також пристосування для попереднього нанесення піни, яке поєднується з пристроєм подачі води під високим тиском.

Технологічний процес ділиться на три основні етапи [1,3]:

- 1) миття автомобіля щітками при використанні води із шампунем;
- 2) миття щітками під час використання води з воском;
- 3) сушіння машини (обдув потоком повітря).

Системи нанесення активної піни виконуються у двох основних варіантах: з нагріванням та без нагрівання. Система нанесення гарячої активної

піни використовується практично у всіх мийних установках для обслуговування легкових автомобілів (~70% клієнтів автоматичних мийок вибирають мийну програму, що включає нанесення гарячої піни).

Система нанесення гарячої активної піни дозволяє якісніше працювати хімічному реагенту при суттєвій його економії. Такий ефект досягається за допомогою нагрівання реагенту в спеціальних бойлерах перед нанесенням на кузов автомобіля. Крім цього, гаряча активна піна значно краще прибирає воскове захисне покриття при регулярному обслуговуванні автомобіля на устаткуванні з використанням програми нанесення воску.

Безпека автомобіля забезпечуються системою відстеження кузова. Джерелами команд тут є спеціальні датчики. Для вертикальної щітки використовують оптичні датчики відхилення осі її обертання. При спрацюванні датчика рух порталу автоматично зупиняється і система приводу відводить щітку убік, доки сигнал від датчика не пропаде. Для горизонтальної щітки використовують датчик тиску кузова на щітку, що обертається, який і визначає траєкторію переміщення щітки по контуру автомобіля. Для підстрахування застосовують або контактний, або оптичний датчик, що не дозволяє щітці наблизитися до кузова на небезпечно близьку відстань. Налаштування системи автоматики, керованої датчиками, потребує постійної уваги під час експлуатації.

Дві бічні і горизонтальна щітки здійснюють обробку з перекриттям центру, тобто вертикальні щітки при митті передньої та задньої частин працюють парою і в такому порядку повністю проходять зліва направо та назад, що гарантує повне очищення передньої та задньої частин автомобіля.

Конструктивно ротаційний мийник днища (рис. 2.3) складається з рухомої платформи 1, оснащеної системою автоматичного визначення довжини автомобіля, з встановленими на ній двома форсунками, що обертаються на 360° високого тиску 2.

Правильно зупинити автомобіль у зоні роботи порталної мийної установки без сторонньої допомоги досить важко. Зазвичай керувати діями клієнта доводиться персоналу, але якщо наявність персоналу в приміщенні мийки не передбачено, то в цьому випадку необхідна система позиціонування автомобіля. Конструктивно дана система складається з підсистеми визначення положення автомобіля та блоку індикації. Підсистема визначення положення автомобіля є комплексом з фото- або інфрачервоних датчиків, системи управління та алгоритмічного блоку автоматики. Залежно від поточних значень сигналів датчиків виробляється той чи інший сигнал, що передається блоку індикації.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

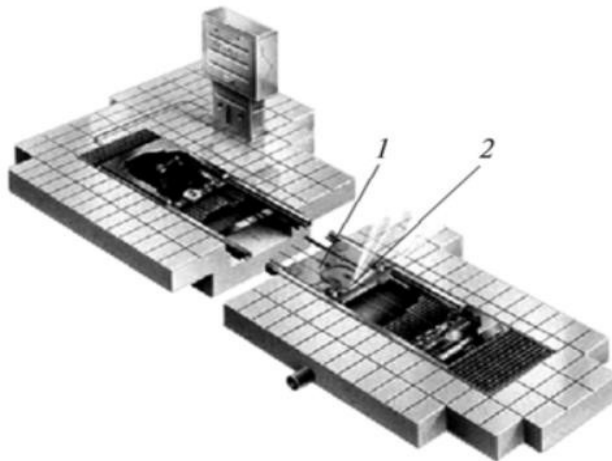


Рисунок 2.3 – Пристрій миття днища
1 - платформа; 2 - форсунки

Блок індикації - це, як правило, трипозиційний світлофор з секціями "вперед", "стоп", "назад", які сигналізують водію про необхідність виконання тих чи інших дій. Залежно від моделі мийної установки, а також модифікації системи позиціонування доступний широкий вибір світлофорів.

За час існування автоматичних мийок постійно покращується конструкція щіток для виключення непромивів на поверхні кузова. Форма щіток (плоскі, ротаційні, циліндричні, конічні та ін.) та кінематика руху повинні забезпечувати хорошу прилеглисть до оброблюваних поверхонь. Щітки мають щетиноносії з окремих легкозамінних елементів, переважно синтетичних, часто з капроновими нитками діаметром 0,5...0,8 мм. Матеріал ниток повинен бути досить жорстким, щоб вони не переплутувалися і не звалювалися, і одночасно дуже м'яким, щоб не пошкоджувати лакофарбові поверхні кузова під час роботи щіток із частотою обертання 150...175 хв⁻¹. Кінці ниток прагнуть виконати у вигляді м'якого пензлика. Діаметр ротаційних щіток 1,0...1,5 м.

На сьогоднішній день у порталних мийних установках застосовуються три системи щіток (рис. 2.4).

Прямі (класичні) щітки (рис. 1.4 а) з'явилися ще на перших автоматичних установках і досі ця система є найпоширенішою [22,23]. Популярність такої системи щіток ґрунтується на їх низькій собівартості за рахунок відсутності додаткових приводів та більш простої організації системи управління. Водночас прямі щітки, які добре обслуговували автомобілі 1970—90-х рр., нині не можуть забезпечити повну відсутність непромитих місць. Це пов'язано з складнішою геометрією форм кузовів сучасних автомобілів.

Логічним продовженням прямих щіток стали так звані щітки, що коливаються (рис. 1.4, б). Щоб досягти якісного миття в зоні скління автомобіля, була розроблена система зміни кута нахилу щіток. Однак при

цьому виявилося, що в області порогів автомобіля щітка перестає виконувати свої функції - ворс просто не дістає кузова. Для вирішення цієї нової проблеми різні виробники мийок пропонують різні варіанти: використання додаткових систем миття порогів; застосування збільшеної довжини ворсу щітки у нижній її частині; використання додаткового циклу у програмі, при якому кут нахилу щіток змінюється на протилежний. Всі ці пропозиції або надмірно збільшують кінцеву вартість обладнання або подовжують час обслуговування автомобіля.

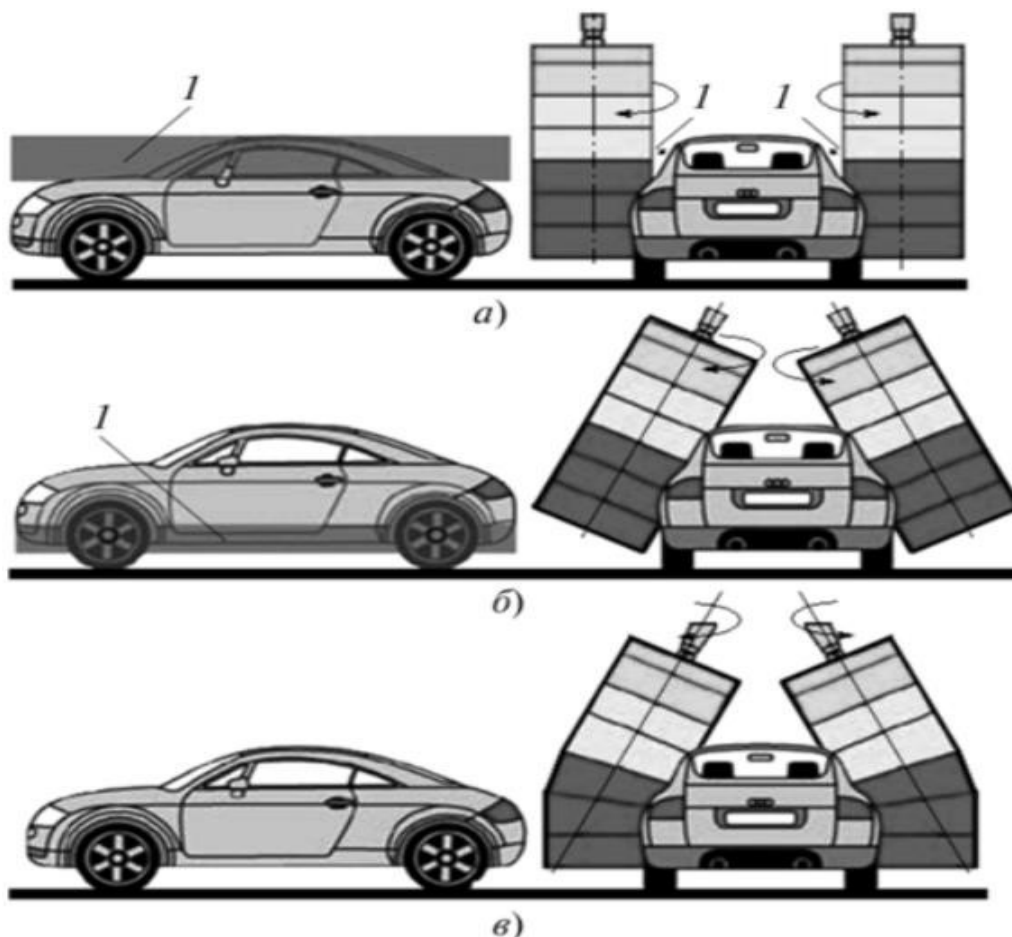


Рисунок 2.4 – Системи щіток: а – прямі (класичні); б — щітки, що «хитаються»; в – шарнірні щітки; 1- зона кузова автомобіля, яка не буде вимита

Нові контури кузова автомобілів висувають до бічних щіток порталних мийок нові вимоги. Шарнірні щітки (рис. 2.4 в) можуть справитися з будь-якою формою кузова. Їхня особливість полягає в тому, що нижня частина щіток здатна змінювати свій кут нахилу на підставі показів датчиків незалежно від того, куди рухається портал вперед або назад. Щітка щільно прилягає до боковини на всій висоті автомобіля і, як наслідок, непромитих місць за собою не залишає. Миття працює з перекриттям щітками осьової вертикальної лінії автомобіля і ретельно промиває його передню і задню частини.

Складова конструкція щіток дозволяє замінювати лише їх зношені

сегменти. Ворс сучасних щіток виконаний із дуже тонких переплєтєних волокон. На кінці кожного джгутика утворюється густе і м'яке віяло довжиною близько сантиметра, яке надійно захищає лакофарбове покриття.

Арка для нанесення воску здатна наносити звичайні воски, з перламутровим відливом, блакитні і т.п., причому існує функція нагрівання воску, що наноситься на автомобіль. Є арка, що ополіскує.

Арка сушіння складається з потужних вентиляторів, вмонтованих у горизонтальний блок, що відстежує контур кузова автомобіля, а боковини сушаться двома блоками, вмонтованими у стійки порталу. У поєднанні із застосуванням допоміжного засобу для сушіння та оптимальною аеродинамікою повітряних потоків така конструкція сушіння гарантує чудовий результат.

Струменеві мийні установки, мийні пістолети при ручному митті, установки безконтактного миття використовують для зняття забруднень енергію струменя води. Потужність N_c (Вт) струменя визначається добутком витрати Q (м³) води на величину тиску p перед соплом:

$$N_c = Q \cdot p. \quad (1.1)$$

Витрата води дорівнює

$$Q = Fv = F\mu\sqrt{2p^{-1}}, \quad (1.2)$$

де F - площа вільного перерізу сопла, м²; v - швидкість витікання води із сопла, м/с; p - щільність води (мийного розчину), кг/м³; μ - коефіцієнт витікання.

Як очевидно з формул, зі збільшенням тиску p потужність струменя зростає швидше, ніж витрата води. Отже, для отримання необхідної потужності N_c за меншої витрати води необхідно збільшувати тиск. Верхня межа тиску визначається стійкістю лакофарбових та інших покриттів поверхонь автомобіля, а оптимальний рівень тиску виявляють економічним розрахунком витрат на воду та електроенергію для підвищення тиску. На практиці застосовують мийні установки низького – до 0,35 МПа, середнього – 0,4...0,9 МПа та високого – понад 0,9 МПа тиску.

Витрата води на одне миття вантажного автомобіля складає: мийними пістолами при високому тиску 0,150...0,200 м³ та при низькому тиску 0,300...0,600 м³; струменевими мийними установками 0,600...1,800 м³. Миття автомобіля знизу за допомогою струменевої установки потребує 0,200...0,300 м³ води.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.3 Обладнання для ручного миття автомобілів

Ручне обладнання для шлангової мийки автомобілів складається із системи труб та шлангів, за якими під тиском 0,2...0,4 МПа подається вода до мийного пістолета, оснащеного спеціальними насадками.

Мийні установки можуть бути пересувними, стаціонарними та переносними, однопостовими та двопостовими, гідравлічними та водоповітряними.

Усі установки, забезпечені струминними миючими системами, класифікуються за робочим тиском миючої рідини на виході із сопла: низький тиск – до 0,35 МПа; середній тиск - від 0,4 до 1 МПа; високий тиск - понад 1 МПа. Пересувні установки (рис. 2.5) призначаються для миття автомобілів зі шланга віяловим струменем високого тиску. Це найбільш популярний, найменш дорогий клас мийок, що і обумовлює широту їх застосування (особливо на низькобюджетних станціях ТО) [2, 21].



Рисунок 2.5 – Типові представники ручних мийок високого тиску: а – Poseidon 8-11 фірми Nilfisk-avto; б - HD 9/19 MX фірми Karcher; в - Therm СЛ 12/150 фірми Kranzle; г - KRP 130.170 PL фірми Portotecnica; д - Tequendana фірми Ghibli; е - Ontario 1515 XP фірми Lavorwash; ж - TX 10/130 фірми Delvir

Технічні характеристики таких установок представлені у табл. 2.3.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3–Технічні характеристики пересувних мийних установок

Модель	<i>WAPim</i>	<i>IP 9000</i>
Робочий тиск, бар	o o	135...10
Витрата води, л/год	630-100	650-150
Максимальна температура води на вході, °C	60	60
Потужність, кВт	3,2	3,6
Маса, кг	22,5	42

Всі мийки високого тиску влаштовані практично однаково. Вони складаються з фільтрів, які очищають воду, що надходить, дозатора регулювання її жорсткості, насоса високого тиску і систем, що нагрівають воду і доставляють в неї миючі засоби (детергенти), мийного пістолета, а також всіляких насадок, вибір яких визначається поставленими перед миттям завданнями.

Пристрій вхідної фільтрації води складається з механічних фільтрів грубого та тонкого очищення. Для грубої очистки води достатня величина осередку фільтруючого елемента порядку 1,0...0,1мм, для тонкої – 0,1...0,01мм. Площа поверхні фільтруючого елемента визначається об'ємом води, що споживається миттям, і становить для фільтрів грубого очищення 10... 15 см², для тонкого - 50...200 см².

В установках високого тиску передбачено режим подачі різних хімічних реагентів або шампунів на виході насоса. Система складається з бака, шланга з фільтром та двох клапанів (оскільки тиск води на виході насоса вищий, ніж у шлангу подачі шампуню). Важливо, щоб у момент обробки автомобіля реагентом система підігріву води була відключена, оскільки миючі засоби нетерпимі до високої температури. Спеціальні насадки на пістолет дозволяють змішувати воду із шампунем безпосередньо на виході пістолета. Їх також часто застосовують для нанесення піни на автомобіль. Насадки до мийок високого тиску визначають сферу застосування всього обладнання.

У мийках високого тиску встановлюються насоси плунжерного типу, принцип роботи яких аналогічний роботі поршневого компресора. Практичне нестискання води пред'являє високі вимоги до клапанів, оскільки тиск у середині циліндрів досягає часом кількох десятків МПа. Деякі моделі насосів мають клапан тиску, який дозволяє скинути невелику кількість води з насоса та автоматично набрати таку ж кількість холодної, що корисно при тривалій

роботі насоса у замкнутому режимі, коли вода в ньому сильно нагрівається та тиск підвищується.

Електродвигуни приводу установок високого тиску можуть бути однофазними та трифазними. Для професійного та промислового використання застосовують переважно трифазні установки.

Насос високого тиску визначає основні характеристики миття – максимальний тиск та максимальний потік води. Добуток цих двох показників характеризує потужність потоку води, що впливає на якість миття і є основним параметром для порівняння різних типів мийок. За постійної потужності, збільшуючи тиск, можна зменшити споживання води. Мале споживання води дозволяє використовувати очисні пристрої замкнутого циклу з малою продуктивністю.

Мийки високого тиску бувають з підігрівом води та без підігріву. Найбільш поширеною в системі нагрівання води практично всіх мийок високого тиску є дизельний пальник (рис. 2.6). Вона має низку переваг: економічність, автономність живлення і невелику вартість.

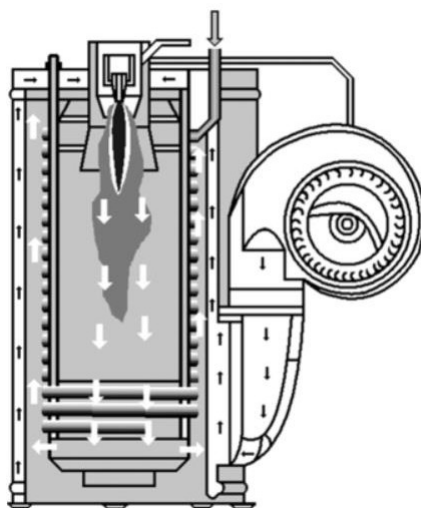


Рисунок 2.6 – Система нагріву води

Шланги високого тиску виготовляють із спеціальної термостійкої гуми та армують усередині сталевим бандажом в один або два шари. Конструкція не дозволяє їм мати сильні перегини, вони також не розраховані на проїзд ними автомобіля. Деякі моделі мийок обладнані спеціальним барабаном для намотування шлангів.

Для миття легкових автомобілів у більшості випадків достатньо тиск 10...15 МПа при витраті води 10...15 л/хв. Так як великий тиск може призвести до пошкодження лакофарбового покриття, у разі миття легкових автомобілів немає сенсу користуватися мийками, що мають тиск 20 МПа та вище. Для підігріву води цілком достатньо 90 ° С, зважаючи на те, що велика частина

частин мийки виконана з полімерів, що не витримують вищу температуру.

На СТОА [7,8] широко використовується імпортна професійна мийно-прибиральна техніка концернів Nilfisk-avto; Karcher (Німеччина); Portotecnica, Ghibli, Lavorwash, Delvir (Італія). Типові представники мийок високого тиску: Poseidon 8-11 фірми Nilfisk-avto; HD 9/19MX фірми Karcher.; Therm СЛ 12/150 фірми Kranzle; KRP 130.170 PL фірми Portotecnica; Tequendana фірми Ghibli, Ontario 1515XP фірми Lavorwash; TX10/130 фірми Delvir.

Технічні характеристики мийних установок високого тиску фірми Karcher представлені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики мийних установок високого тиску Karcher для ручного шлангового миття автомобілів

Модель	Об'ємна подача води, л/год	Тиск, МПа	Потужність, кВт	Маса, кг	Габаритні розміри, мм	Температура води, що подається, °С
<i>HD525S</i>	500	1...11	2,2	15	284x225x508	60
<i>HD640S</i>	550	1...13	3,0	22,5	350x330x900	
<i>HD700</i>	150...600	1...13	3,3	24,5	387x302x511	
<i>HD755S</i>	150...550	1...15	3,3	34,0	415x386x965	
<i>HD855SX</i>	150...550	1...15,5	3,4	47,0	415x386x965	

2.4 Пересувні шлангові мийки

При прибирально-мийних роботах видаляють бруд у кузові, салоні, а також з окремих агрегатів та вузлів автомобіля. Миття рухомого складу здійснюється за допомогою механізованих мийних установок, які діляться на стаціонарні (автоматичні) та пересувні (шлангові).

Якісне та своєчасне миття автомобілів сприяє збереженню лакофарбових покриттів. Рациональна організація збирально-мийних робіт передбачає максимальну механізацію процесу при ощадливій витраті води шляхом повторного її використання.

До пересувних мийок відноситься струменева мобільна мийна установка ОМ-5361-ГОСНИТИ (рис. 1.7). Вона призначена для зовнішнього очищення тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, а також їх агрегатів, вузлів та деталей струменем холодної води.

Установка застосовується на ремонтних підприємствах, у майстернях загального призначення, на станціях технічного обслуговування, на пунктах технічного обслуговування та у гаражах.

Установка працює за принципом видалення бруду з поверхні водяним струменем високого тиску, що обмивається.



Рисунок 2.7 – Мийна установка високого тиску OM-5361

Таблиця 2.5 - Техніко-економічні показники мийної установки

Найменування показників	Значення
Тип	рухома
Витрата води, л/хв	12±2
Встановлена потужність, кВт, не більше	2,2
Тиск подачі насоса, МПа (кгс/см ²), не менше	8(80)
Тиск води, що підводиться, МПа (кгс/см ²).	0,25...0,6(2,5...6,0)
Маса, кг	90

На рис. 2.8 наведено установки для ручного миття автомобілів, за допомогою яких зручно очищати сильно забруднені місця внизу автомобіля.



Рисунок 2.8 – Пересувні установки для миття автомобілів мийними пістолями

У комплект установки входять: двоциліндровий плунжерний насос,

змонтований разом з електродвигуном у кожусі на візку, нагнітальний рукав, подовжена рукоятка з насадками для зміни струменя води - від кинджального типу до віялоподібного, панель приладів, ємності для миючого та полірувального складів, запірно-регулювальні крани. Забір води проводиться з очисних резервуарів-відстійників за допомогою шланга із сітчастим фільтром. У комплект установки входять шланги з двома пістолетами.

Струмінь води регулюється і може набувати різних форм. Віялоподібний струмінь використовується для остаточного обмивання автомобіля. На візку є ніші для каністр з миючим та поліруючим розчинами. Подача потрібного розчину здійснюється запірно-регулювальними кранами.

2.5 Основні види забруднень автомобілів

До основних забруднень відносять видимі, статичні, органічні та неорганічні види. Їх характеристика наведена в таблиці 2.6.

Видимі забруднення - це звичайний бруд, який налипає на кузов автомобіля. Він складається з чорнозему, піску, рослин, що перегнили, глини, олив і дорожніх реагентів. Чим більше шарів бруду засихає на кузові, тим складніше його відмити. Такий бруд небезпечний абразивами, які дряпають лакофарбове покриття.

Статичні забруднення - це сажа, дрібний пісок та асфальтова крихта. Вони утримуються на лакофарбовому покритті за допомогою тонкої жирової плівки і практично не видно при звичайному освітленні. Якщо витирати автомобіль відразу після безконтактного миття, на машині залишаться подряпини, а на ганчірці - бруд.

Забруднення органічного походження - це деревна смола, сліди комах, пташиний послід, бітум і гудрон. Вони швидко тверднуть, важко відмиваються і завдають шкоди лакофарбовому покриттю. Залишки комах та пташиний послід містять кислоти, які роз'їдають покриття, а смоли під впливом температури розм'якшуються та проникають у структуру лаку.

Неорганічні забруднення – це металева стружка, частинки гальмівних колодок та пісок. Вони врізаються в лак на великій швидкості або під впливом високої температури, тому їх найбільше біля бампера та колісних арок. Неорганічні забруднення настільки дрібні, що можна помітити лише навіпомацки.

Джерелом всіх цих видів забруднень є дорожні і виробничі відкладення, залишки експлуатаційних матеріалів, особливо паливно-мастильних, різні продукти фізико-хімічних перетворень.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.6 – Характеристика видів забруднень автомобілів

Основні параметри забруднень	Дорожні і виробничі відкладення, залишки експлуатаційних матеріалів, продукти складних фізико-хімічних перетворень											
	Пило-дринки	Залишки первинного бетону, асфальту, цементу і т. ін.	Залишки оливи, бітуму	Залишки промислових олив і настильних матеріалів	Залишки пластичних настильних матеріалів	Залишки консервувальних настильних матеріалів	Оливи-дринки	Асфальто-смолисті відкладення покриттів	Вуглеводневі відкладення нафти	Накип	Продукти корозії	Старі покриття
Група забруднень	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Площа забруднення, % від загальної площі автомобіля	5-10 5-12	- до 15	12-24 10-15	- 10-25	- 6-10	- до 6	75-80 55-60	30-40 -	2-3 -	10-15 -	2-3 -	20-25 до 85
Товщина шару забруднень, мм	0,5-10	до 60	0,5-10	0,1-10	0,1-12	0,1-20	0,5-15	0,5-5	0,3-8	1-5	0,1-0,3	0,1-15
Маса забруднень, кг на відбиту на автомобілях	0,2-10 5-20	- 4-50	до 3 до 3	- 3-4	- до 4	до 1 10-20	15-25 3-12	0,2-0,3 -	0,1-0,2 -	0,1-1,3 -	0,1-0,3 0,1-0,8	0,4-0,6 до 5
Адгезія до металевої поверхні, кгс/см ²	0,05-0,2	0,5-20	0,5-3	0,1-10	-	-	0,1-15	3-60	5-70	100-200	-	50-300
Поверхня густина, кг/м ²	1400-2400	1200-2400	900-950	900-950	-	-	1100-1800	950-1100	1050-1200	2300-2600	1500-2500	1000-1400
Склад, %	Мінеральні частинки розміром: 0,002±0,011 мм-10±20; 0,01±0,05 мм-25±30; 0,05±0,25 мм-50±60.	Бетон, асфальт, цемент і т. ін.	Оливи 50-80 Вода 5-35 Пилова 1-7 Окисислати 2-15 асфальтени 0,1-15 Корбони і карбідні 2-10 Механічні сполуки до 5	-	-	-	Органічні речовини 45-50 Мінеральні речовини 40-45 Вода 5-10 Окисислати 0,1-5	Смоли 18-30 Окисислати 5-6 Асфальтени 5-7 карбони і карбідні 12-18 Мінеральні частинки до 40	Смоли 10-15 Окисислати 8-30 Асфальтени 7-8 карбони і карбідні 45-65 Мінеральні частинки до 32	SiO ₂ 10-10 CaO 3-48 MgO 0,5-60 Fe ₂ O ₃ 5-77 Al ₂ O ₃ 3-15 SO ₃ 18-10	Суміш FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Al ₂ O ₃ і т.	-

Сучасна індустрія вигадала безліч способів мийки автомобілів. Кожний з них має свої переваги і недоліки. Залежно від них власники транспортних засобів вибирають той чи інший спосіб мийки [21, 24].

2.6 Розробка удосконаленої технології миття автомобіля

На даний час використовують різні способи миття – автоматичний, безконтактний, двофазна мийка, миття парою, сухе миття.

Автоматичний спосіб миття прийшов до нас із Заходу, де інженери, надихнувшись ідеями Генрі Форда, створили свій власний «мивний» конвеєр. Під час автоматичного миття найчастіше сам автомобіль залишається на місці, а над ним рухається спеціальний «миючий» портал. Але іноді буває і навпаки: машина заїжджає на спеціальну стрічку, що рухається, і плавно проходить крізь ряди щіток і форсунок, з яких подається то миючий засіб, то вода.

Безконтактний спосіб – найпоширеніший серед інших в плані помити автомобіль. Апарат високого тиску (АВД) зараз є на кожній мийці і з ним процес очищення спрощується до краю: спочатку за допомогою АВД з машини збиваються грудки засохлого бруду - це верхній шар забруднень. Потім основний шар бруду покривають активною піною, яка його роз'їдає. Потім піна змивається ще одним проходом із АВД

Двофазна мийка або «метод двох відер», ручне миття, дітей лінг- або преміум-мийка. Але за своєю суттю – це комбінація безконтактного миття та ретельного ручного очищення автомобіля.

Спочатку струменем з АВД з кузова машини збивається засохлі грудки вікового бруду, потім на нього наноситься піна. Але тут мийники використовують низьколужний шампунь, що шадить для ЛКП, і швидко його змивають, щоб він не встиг пошкодити лак і фарбу. Якщо на кузові залишився бруд, процес повторюють ще раз.

Після того, як машину очистили від основного шару бруду, її миють вручну – за допомогою м'якої мочалки та нейтрального шампуню. Це потрібно для того, щоб усунути статичні забруднення, що утримуються на ЛКП тонкою жировою плівкою.

Миття парою поширюється і займає все більшу частку в процесі мийки автомобілів. Для цього розробники взяли парогенератор, збільшили його в кілька разів та приробили до нього пістолет-розпилювач. На ринку є багато апаратів для миття автомобіля пором з різними характеристиками та продуктивністю. Звичайна установка подає пар температурою 120 ° С і тиском 8 атмосфер. Від високої температури всі жири та олії розпадаються, і поверхня автомобіля ефективно очищається від статичних забруднень.

Сухе миття здійснюють без застосування води. Миття відбувається з

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

використанням спеціального спрею, який досить просто розпорошити на поверхню автомобіля, а потім протерти її чистою мікрофіброю. Потрапляючи на кузов, склад для сухого миття швидко просочує шар бруду і відокремлює його від ЛКП.

Всі ці способи миття використовують процес усунення забруднень, використовуючи механічний метод очистки (рис. 2.9). В ньому переважаючим є гідродинамічний спосіб, який реалізовується відкритим струменем рідини, переміщенням автомобіля в очисному середовищі, направленим потоком або кавітаційною очисткою.

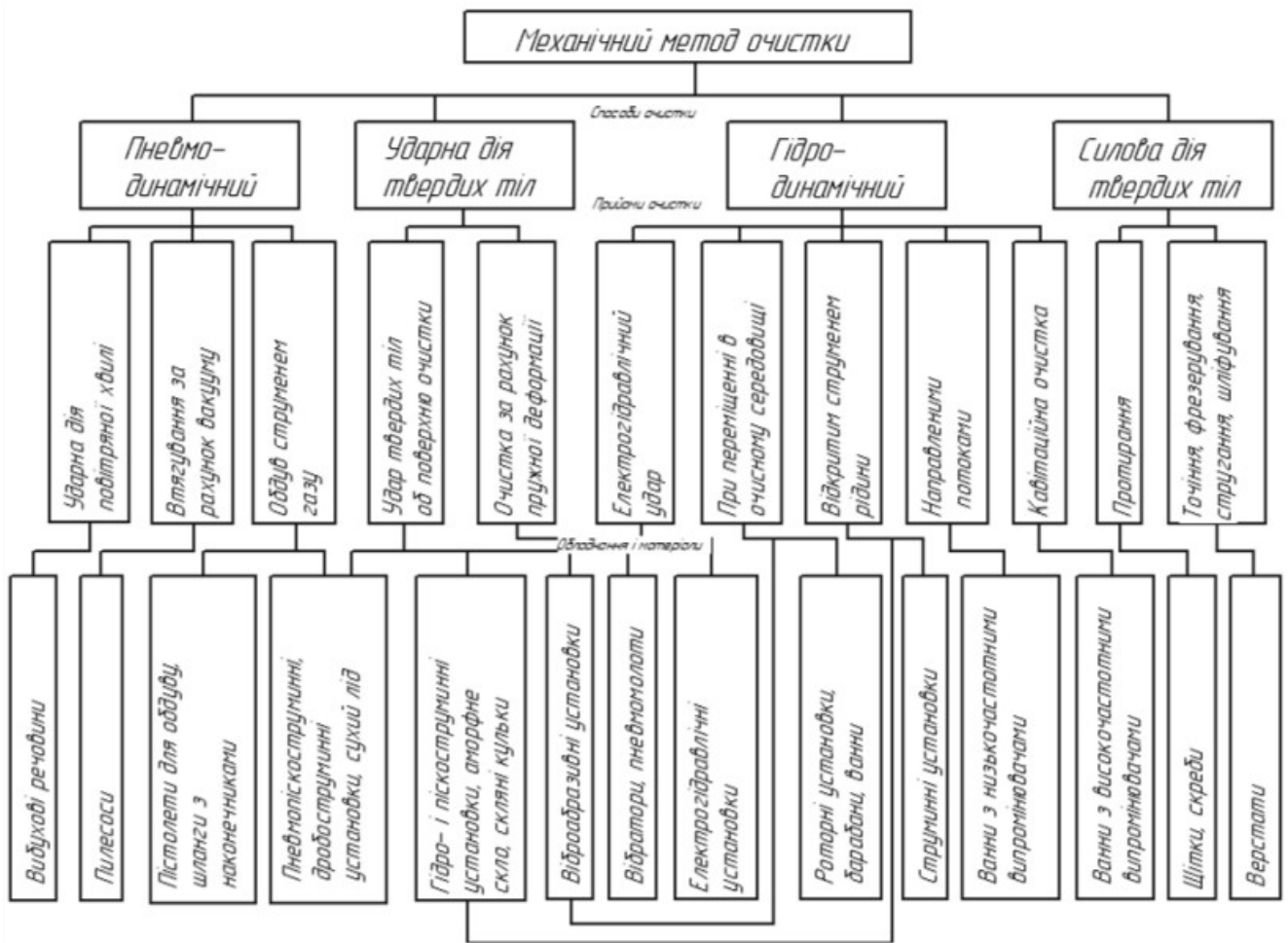


Рисунок 2.9 – Способи і прийоми механічного методу очистки

Розроблена технологія миття автомобіля відображена на рис. 2.10. Запропонована технологія миття автомобіля передбачає проведення підготовчих операцій, а саме підготовка лінії до миття, заправлення робочими мийними розчинами та встановлення режиму миття.

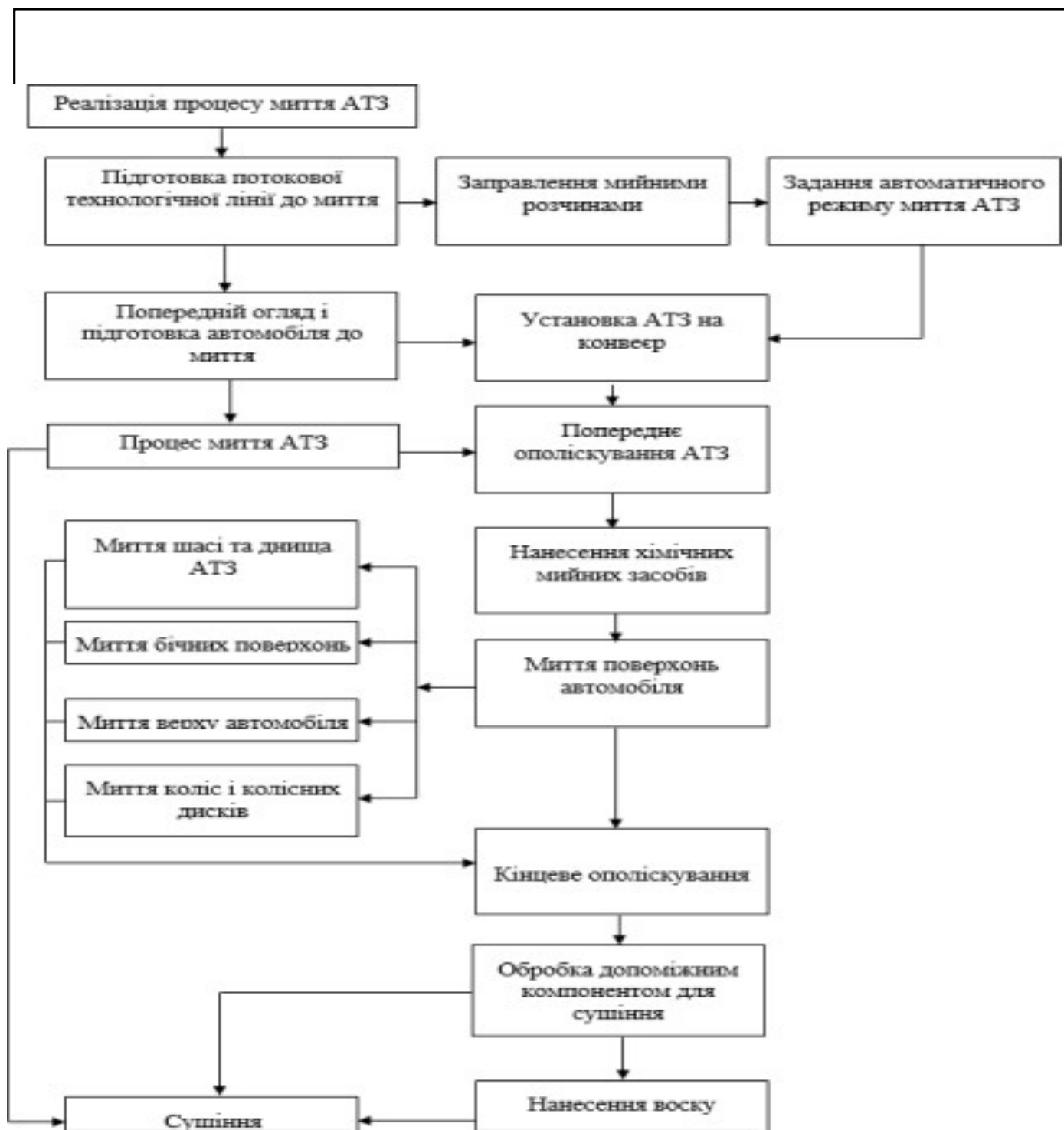


Рисунок 2.10 – Розроблена технологія миття автомобіля

Наступним етапом є попередній огляд і підготовка автомобіля до миття, а саме встановлення на конвеєр і здійснення попереднього ополіскування автомобіля. Після цього відбувається основне миття – шасі і днища, бічних поверхонь, верху автомобіля, коліс і колісних дисків.

Надалі здійснюють кінцеве ополіскування, проводять сушіння і наносять на очищені поверхні віск. Після миття проводять якість очистки згідно із шкалами, наведеними на рис. 2.11.

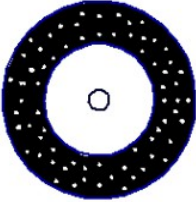
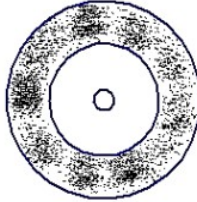
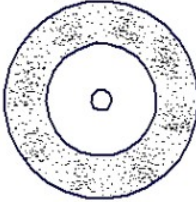
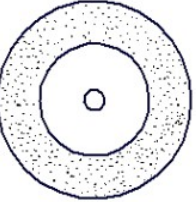
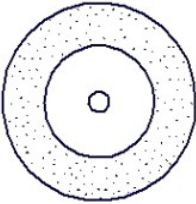
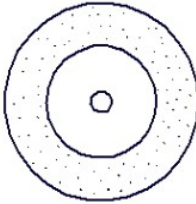
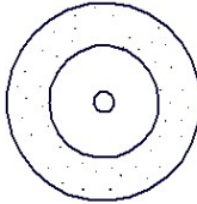
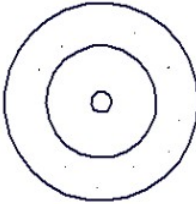
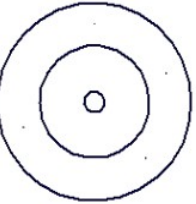
				
<i>Очищення практично немає</i>	<i>Шар забруднень надуже розмітий, видалено більша частина забруднень першої групи</i>	<i>Є розриви суцільного забруднення, видалено забруднення першої групи і більша частина сьомої</i>	<i>Видалено залишки забруднень сьомої групи і частина забруднень восьмої групи</i>	<i>Окремі скупчення асфальтосилистих забруднень, розпущені вуглеводневі забруднення</i>
				
<i>Залишки асфальтосилистих забруднень у вигляді тонкого нальоту в окремих місцях, видалена більша частина вуглеводневих забруднень, корозії</i>	<i>Окремі частинки вуглеводневих відкладень, нагару, накипу, корозії, старих лакофарбних покриттів</i>	<i>Очищення майже повне. Наявність незначно і кількості відкладень, накипу, нагара, не перевищує 0,7 мг/см²</i>	<i>Очищення повне. Можливі сліди тонких масляних плівок, які визначаються люмінесцентним способом</i>	<i>Очищення повне. Сумарний залишок забруднень не перевищує 0,05 мг/см²</i>

Рисунок 2.11– Загальна шкала якості очистки

Завдяки використанню даної шкали можна оцінити якість миття – від того, якого практично не відбулося до повного очищення, де сумарний залишок забруднень не перевищує 0,05 мг/см².

3 ДІЛЬНИЦЯ МИЙНИХ РОБІТ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Енергозаощаджуючі технології на автомобільному транспорті

Розбудова державності нашої країни, входження її повноправним членом у світове співтовариство вимагають в першу чергу вирішення проблеми організації сталих та надійних шляхів забезпечення енергоресурсами, зменшення залежності від їх імпорту та їх раціонального використання. Розвиток та оптимальне функціонування паливно-енергетичного комплексу нашої держави є одним із основних факторів забезпеченості життєздатності її економіки, задоволення соціальних потреб людини. Вирішення завдань може виконуватися за кількома напрямками: розвитком традиційної енергетики, пошуком перспективних нових джерел енергії, впровадження енергозаощаджуючих заходів та підвищення енергоефективності [7].

Найбільш сприятливим з технічної та економічної точки зору є проведення політики енергозаощадження, що має правовий статус державної політики. У такому контексті енергозаощаджуюча політика повинна розглядатись як сукупність дій, що відповідають загальнонаціональним інтересам: забезпечення життєздатності економіки, охороні навколишнього природного середовища, стратегії безпеки. Енергозбереження та зниження енергоємності бажано проводити у всіх сферах і галузях енергоспоживання. Основа зниження енергоємності – оснащення сфери матеріального виробництва, послуг, будівель новітніми технологіями, обладнанням, які відповідатимуть сучасному науково-технічному рівню розвитку людства.

Завдання економії енергії для автотранспортних господарств є ощадливе використання нафтопродуктів, підвищення ефективності теплоенергопостачання, зниження втрат при опаленні приміщень, гарячому водопостачанні, освітленні приміщень і т. ін. Найбільш ефективними заходами для вирішення цих питань для великих автогосподарств є когенеративне виробництво електроенергії і теплоти, використання для теплопостачання теплових насосів теплоізоляція трубопроводів і стін будівель, застосування променевого опалення, енергозаощаджуючих світільних приладів. У такому контексті енергозаощаджуюча політика повинна розглядатись як сукупність дій, що відповідають забезпеченню працездатності автомобільного транспорту та охороні навколишнього природного середовища. Не останню роль відіграє інфраструктура, що забезпечує підтримання транспорту у робочому стані та його ефективну експлуатацію і, перш за все, використання енергозаощаджуючих заходів в автотранспортних господарствах[7].

Економія в АТП може бути досягнута за рахунок:

- використання нових ресурсозберігаючих технологій;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- утримання у робочому стані рухомого складу;
- удосконалення системи транспортних потоків;
- удосконалення системи енергопостачання;
- утримання у належному стані елементів системи енергопостачання;
- нормування витрат палива та контроль за його використанням;
- організаційних заходів.

Перш ніж вибрати енергозаощаджуючі заходи для впровадження на СТО «CAR FIX» необхідно провести енергетичний аудит, що дозволить виявити неефективне і нераціональне використання енергоресурсів та дозволить намітити шляхи їх усунення.

3.1.2 Енергетичний аудит підприємства СТО «CAR FIX»

Енергетичний аудит - це технічне інспектування енергозабезпечення й енергоспоживання підприємства з метою визначення можливості економії енергії і надання пропозицій підприємству в здійсненні заходів, що забезпечують економію енергоресурсів на практиці.

Задачами енергоаудиту є :

- виявити джерела нераціональних енерговитрат і невиправданих втрат енергії;
- розробити на основі техніко-економічного аналізу рекомендації з їхньої ліквідації, запропонувати програму з економії енергоресурсів і раціональному їх використанню, запропонувати черговість реалізації запропонованих заходів з урахуванням обсягів витрат і термінів окупності[7].

Загальний порядок проведення енергетичного обстеження підприємства можна описати в такий спосіб:

1. Аналіз режимів роботи теплотехнічного та тепло-утилізаційного устаткування, тепловий баланс:

- аналіз теплових схем;
- аудит котельні;
- обстеження систем опалення;
- обстеження компресорного устаткування, системи розподілу і споживання стиснутих газів;
- аналіз режимів роботи холодильного устаткування

3. Енергоаудит системи електропостачання і електроспоживання:

- аналіз схем електропостачання;
- аналіз режимів роботи трансформаторних підстанцій і системи регулювання $\cos\varphi$;
- обстеження основного електроспоживаючого устаткування;
- обстеження системи освітлення;
- баланс електроенергії і оцінка втрат у системі електропостачання.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3. Аналіз режимів роботи систем водопостачання і водовідведення.
Результат енергоаудиту

В результаті енергоаудиту пропонується на першому етапі провести наступні енергозаощаджуючі заходи:

- утеплення (санація) будівель і виробничих приміщень (жалюзі);
- використання рекуператорів в системі вентиляції приміщень;
- використання теплових насосів для підігрівання води на прибиральномийній ділянці та кондиціонування адміністративних приміщень .

3.1.3 Аудит енергопостачання підприємства. Визначення затрати коштів на постачання енергії з різних джерел

Одним з чинників пріоритетного вибору палива для енергопостачання є його вартість. Вартість складається з вартості одиниці теплоти, яку можна одержати, спалюючи те чи інше паливо, вартості транспортування, складування утилізації відходів і т.д. Основний чинник, що формує загальну вартість палива є ціна За розрахунками (таблиця 3.1) найнижча вартість одержаної теплоти під час спалювання палива є у випадку використання ТН та природного газу, в той час як для вугілля, торфу і біомаси (дрова, солома) є вищою. Застосування систем теплопостачання з ТН по при низьку ціну одиниці теплоти на сьогодні є проблематичним оскільки їх вартість на порядок вища ніж систем з газовими і твердопаливними котлами.

Що стосується природного газу, то окрім низької вартості він має ряд інших переваг. Природний газ під час спалювання виділяє значно менше шкідливих речовин ніж вугілля, а його газоподібний стан дає змогу безпосередньо транспортувати від місця видобутку до споживачів через систему трубопроводів. Вугілля, торф, дрова та біомаса є твердим паливом і тому його споживання ускладнене транспортуванням, багаторазовими перевантаженнями і складуванням. Враховуючи низьку ціну теплоти, що створюється, екологічність та, особливо, комфортність споживання, то природному газу на сьогодні альтернативи немає.

Що стосується альтернативних видів палива, то для них ціна однієї кВтгод. дещо вища ніж для природного газу.

Але якщо врахувати додаткові затрати на транспортування, складування і приготування до спалювання та видалення золи, то вартість при використанні цих видів палива все рівно буде вищою, ніж за використання газу за сьогоднішніми тарифами для населення. Крім цього, за використання зазначених в таблиці 1 альтернативних палив втрачається важлива властивість палива – комфортність його використання. В останньому рядку наведено дані для порівняння вартість 1 Гкал теплоти централізованого теплопостачання для населення на період війни.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Дані для підприємств відсутні. Реальна вартість централізованого теплопостачання в 3-4 рази вища [7].

Таблиця 3.1 – Порівняння вартості палива в 1 кВт-год. одержаної теплоти

Паливо	Вартість* одиниці кількості палива	Тепло- творна здатність палива	Номіна- льний к.к.д.	Кількість одержаної теплоти кВт-год/кДж	Вартість кВт-год. /грн.
Природний газ для підприємств	40 грн/м ³	34 МДж/м ³	0.9	8.5	4.7
Вугілля (антрацит)	30 грн/кг	28 МДж/кг	0.8	7.8	3.84
Дрова колоті	2200 грн/м ³ 20 грн/кг	14 МДж/кг	0.8	4.0	5.0
Торфобрикети	11 грн/кг	11 МДж/ кг	0.8	3.2	3.43
Брикети з біопалива	23 грн/кг	15.9 МДж/кг	0.8	4.4	5.2
Електроенергія	5.5 грн/кВтгод		0.98		5.5
Теплові насоси	5.5 грн/кВтгод		COP	3	1.83
Централ. теп- лопостачання для населення	1700 грн/Гкал		-	1 Гкал - 1163кВтгод	1.55

*В таблиці наведено приблизні дані. Вартість одного і того ж палива може бути різною і залежить від типу споживачів – населення, юридичні особи, виробництво, бюджетна сфера. Вартість природного газу для населення є диференційованою за категоріями. Вартість електроенергії залежить ще й за періодами часу і класом напруги.

Енергоаудит споживання різних видів енергії показав, що найбільш ефективним паливом для теплопостачання є теплові насоси з електроприводом (1.83 грн/кВтгод). Проте впровадження теплових насосів для теплопостачання вимагає значних інвестицій. Тому рекомендуємо використати твердопаливний котел, що спалює торфобрикети (3.43 грн/кВтгод). Зараз на підприємстві використовують твердопаливний котел, де основним паливом є брикети з біопалива і дрова (відповідно 5.2; 5.0 грн/кВтгод). Але використання природного газу або вугілля є дешевшим (відповідно 4.7; 3.84 грн/кВтгод).

3.1.4 Огляд конструкцій теплових насосів різного призначення

Сьогодні у світовій економіці спостерігається енергетична криза. Недостатня кількість природного газу, нафти та вугілля. Все більше країн переходять на відновлювані джерела енергії. Ще однією глобальною проблемою, що постала перед людством, є наслідки переробки природних енергоресурсів. Величезними темпами нарастають обсяги теплових викидів. Катастрофічним результатом хімічних та теплових забруднень атмосфери є зміна клімату у багатьох країнах світу, аномальні пожежі та плюсові температури в холодну пору року.

Сучасні світові тенденції неперервного зростання цін на паливо зумовлюють створення нових сучасних технологій зменшення обсягів його споживання на одиницю ВВП без зниження або навіть за збільшення енергопостачання кінцевим споживачам за рахунок підвищення ефективності їх використання. Це стосується в рівній мірі систем теплопостачання та гарячого водопостачання житлових і побутово-виробничих будівель в сільській місцевості, що, в основному, використовують як паливо природний газ. Проблема зниження витрат енергоресурсів на опалення та гаряче водопостачання (ГВП) є надзвичайно актуальною. Її розв'язання є важливим, оскільки на потреби теплопостачання та ГВП лише у житлово-комунальному господарстві України витрачається третина енергоресурсів, що становить понад 50 млн. тон у. п., у перерахунку на одного мешканця – 1,2 тони у. п. Це вдвічі більше, ніж у розвинутих країнах Європи [8-10].

Загалом проблему заміщення природного газу для теплопостачання житлових будівель у сільській місцевості і приміських зонах можна вирішити за рахунок використання альтернативних видів палива і біомаси та впровадження нових енергозаощаджуючих технологій і вискооефективного устаткування [9].

Однак, крім заміни природного газу біомасою та альтернативними паливами, існує інший шлях вирішення проблеми – це використання теплоти навколишнього середовища, зокрема теплоти ґрунтів за допомогою теплових насосів (ТН) [8-11].

Основне призначення теплових насосів (ТН) – підвищення потенціалу (температури) теплоти за рахунок затрати корисної роботи. ТН, подібно до холодильної установки, працює за оберненим термодинамічним циклом але відбирає низько потенціальну теплоту навколишнього середовища [4]. При цьому затрати роботи значно менші, ніж теплота, яка «викачується» з навколишнього середовища.

ТН використовуються для обігрівання різних за призначенням приміщень. ТН — це універсальний агрегат, що поєднує в собі опалювальний котел, джерело гарячого водопостачання і кондиціонер.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

За експлуатаційними затратами ТН мають переваги перед будь-якими іншими системами теплопостачання і особливо тим, що вони значно менше споживають електроенергії. Переваги ТН очевидні перед звичайним електричним опаленням, променевим опаленням, електрокалориферами і електротеплоаккумуляційними кабельними системами, які на 1кВтгод.. електроенергії виділяють не більше 1кВтгод теплоти, у той час як ТН дають 3-4 кВтгод.

Особливо корисним ТН є для теплопостачання автономних будівель, у яких джерелами енергії є вітро- і геліоустановки. Електроенергія одержана вітроустановкою чи від сонячних батарей буде трансформуватись у теплову з коефіцієнтом 3-4 завдяки ТН. А застосування сонячних колекторів з ТН дасть змогу забезпечити стабільне теплопостачання за температур нижчих - 20 °С.

Теплові насоси мають ряд переваг перед звичайними газовими чи твердопаливними котлами. ТН є безпечними, оскільки під час їх роботи відсутнє відкрите полум'я, неможливим є витікання газу, відсутня сажа, запах і підтікання рідких палив. Немає потреби в пожежонебезпечних приміщеннях зберігання вугілля, дров, мазуту та солярки. Надійність у використанні через мінімальну кількість рухомих частин і їх високий ресурс роботи (15-25 років), незалежність від якості палива. ТН практично не потребує технічного обслуговування.

Опалення та кондиціонування за допомогою ТН відноситься до екологічно чистого способу, як для навколишнього середовища так і для людей, що знаходяться в приміщенні. Використання ТН дає змогу заощаджувати традиційні енергоносії і захищати навколишнє середовище, у тому числі і шляхом скорочення викидів CO₂ в атмосферу і поглинати теплові викиди.

ТН забезпечують комфортність, оскільки працюють безшумно (не гучніше холодильника), а автоматика з мультизональним контролем створюють бажаний мікроклімат в приміщеннях незалежно від зовнішніх умов. В літній період ТН можна використовувати як кондиціонер. Важливо також, що за сьогоdnішніх цін на енергоносії вартість однієї кВтгод теплоти одержаної за використання ТН є нижчою ніж у двоконтурних газових котлах.

3.1.5 Світовий досвід використання теплових насосів для опалення та гарячого водопостачання

Значні переваги теплових насосів обумовили їх широке застосування у всьому світі. Кількість теплових насосів, що працюють в США, Японії і Європі, обчислюється десятками мільйонів штук. У США дослідженнями і виробництвом теплових насосів займаються понад шістдесят фірм [12]. У Японії щорічний випуск ТН перевищує 500 тисяч одиниць. У Німеччині щорічно вводиться в експлуатацію понад 5 тисяч установок [12].

У Швеції і країнах Скандинавії експлуатуються, в основному, крупні ТН. У Швеції вже до 2000 року експлуатувалося понад 110 тисяч теплонасосних станцій,

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

100 з яких мали потужність близько 100 МВт і вище. Найпотужніша з них (320 МВт) була побудована у 1986 році для теплопостачання Стокгольма. Джерело низькопотенційної теплоти - морська вода, що охолоджується до 2°C [13].

У Швеції центральне опалення займає велику частку ринку опалення будівель, що також є поширеним у Данії та Фінляндії. У Швеції опалення тепловими насосами охоплює 22% ринку [12]. Швеція є країною з найбільшою кількістю встановлених теплових насосів у світі на душу населення, де працюють 1,5 мільйона теплових насосів, і кожен другий сімейний будинок оснащений тепловим насосом того чи іншого типу. У нових будинках теплові насоси на викидному відпрацьованому повітрі застосовуються майже у всіх випадках. Для підготовки побутової гарячої води електроенергія використовується дедалі менше: з 1987 року зафіксовано зниження на 35%. Зростання ринку теплових насосів у Швеції, за експертними оцінками, продовжуватиметься, а перехід від централізованого опалення до теплових насосів стає головним трендом (рис.3.1).

Популярність теплових насосів в Західній Європі, США і країнах Південно-Східної Азії багато в чому обумовлена м'якими кліматичними умовами в цих регіонах (з плюсовою середньою температурою взимку), високими цінами на паливо та наявністю цільових державних програм підтримки цього напрямку [8].

Ситуація з ТН в нашій країні принципово відмінна, і на те є свої причини.



Рисунок 3.1 - Зростання ринку теплових насосів у Швеції [12].

По-перше, особливості українського клімату з мінусовою середньою температурою взимку обумовлюють особливі вимоги до параметрів теплових насосів і умов їх встановлення. Зокрема, у випадку зростання потужності теплового насоса постає проблема теплознімання, оскільки тепловіддача середовищ (водоймище, ґрунт, повітря) обмежена і достатньо мала.

Крім того, в Україні нижчі в порівнянні з Європою ціни на газ і тому про відчутні економічні вигоди від використання такого роду устаткування незначне. Тим не менше, проблему високої вартості теплонасосних систем теплопостачання можна вирішити за рахунок створення їх власного виробництва та широкого використання, а також створення державної програми енергозаощадження.

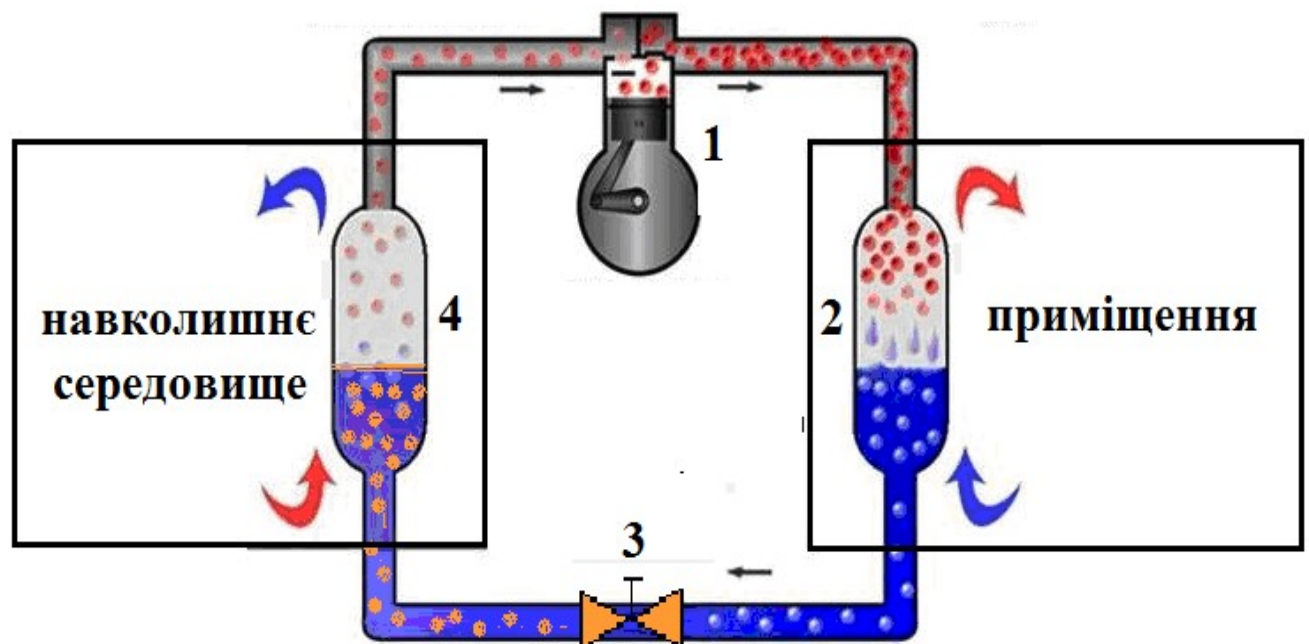
Широке використання відновлюваних альтернативних джерел енергії та більш ефективне їх використання, зокрема за рахунок ТН, може відчутно вплинути на енергетичну безпеку держави.

3.1.6 Принцип дії теплового насосу

ТН використовуються для нагрівання об'єктів, наприклад, для опалення приміщень. ТН — це універсальний прилад, що поєднує в собі опалювальний котел, джерело гарячого водопостачання і кондиціонер.

Тепловий насос, подібно до холодильної установки, працює за оберненим термодинамічним циклом але з відмінними від неї початковою і кінцевою температурами.

Тепловий парокомпресійний насос (рис. 3.2) складається з компресора 1, випаровувача 4, конденсатора 2 і розширювального (дросельного) вентиля 3. Компресор приводиться в рух електричним двигуном.



Компресор – 1; конденсатора 2; дросельний вентиль – 3; випаровувач - 4.

Рисунок 3.2 – Тепловий насос з механічним приводом [15].

Джерелом теплоти низької температури для ТН слугує навколишнє середовище, наприклад, холодна вода водойм. Вода омиває випаровувач - 4 і випаровує в ньому холодоагент, при цьому вона віддає свою низькотемпературну теплоту. Компресор – 1 засмоктує пари холодоагенту і стискає їх. Пари,

конденсуючись в нагрівних елементах, віддають тепло Q_H . Таким чином, теплові елементи отримують тепло від навколишнього середовища Q_L і енергію корисної роботи L компресора. Далі рідкий холодоагент розширюється в дросельному вентилі 3 і під низьким тиском входить у випаровувач 4, завершуючи цикл. Теплоту Q_H , що виділяється у циклі, можна використовувати для опалювання приміщень або приготування гарячої води.

Теплота Q_H , що виділяється у циклі ТН, визначається з рівняння

$$Q_H = Q_L + L, \quad (3.1)$$

3.1.7 Ефективність теплових насосів

Ефективність теплових насосів характеризується коефіцієнтом трансформації (скорочено COP, від англійського виразу coefficient of performance). COP є відношення корисного (виділеного) тепла до необхідної потужності в даний момент і має значення більше одиниці

$$K_T = Q_H / L \quad (3.2)$$

COP - Coefficient of Performance показує, наскільки ефективно працює тепловий насос. COP - це співвідношення між використаною електричною енергією і тепловою енергією, що виробляє ТН. Приклад: в тепловому насосі потужністю 12 кВт-год використовується 3 кВт-год електроенергії і 9 кВт-год тепла навколишнього середовища. Співвідношення загальної потужності 12 кВт-год на використану електроенергію 3 кВт-год дорівнює 4 - це і є коефіцієнт продуктивності COP. Слід зауважити, що COP має лише обмежене застосування в порівнянні продуктивності двох теплових насосів, оскільки він залежить від температури потоку та джерела тепла. Значення COP A2/W35, наприклад, визначається для теплового насоса повітря-вода при температурі повітря 2 ° Цельсія і температурі потоку 35 ° Цельсія. Таким чином, COP є моментальним показником при певних стандартних умовах і відноситься виключно до теплового насосу. Саме тому використовують SCOP який є більш коректною величиною. У разі вибору теплового насоса користуються показниками COP і SCOP [14,15].

SCOP (Seasonal Coefficient of Performance - сезонний коефіцієнт продуктивності). Він описує, скільки одиниць тепла система опалення генерує в середньому за рік з використанням однієї одиниці енергії. Чим вище APF, тим краще. APF 4 означає, наприклад, що тепловий насос доставляє в будинок в середньому 4 кіловат-години тепла на кіловат-годину електроенергії. На даний момент тепловий насос можна вважати ефективним, лише якщо він має APF не менше 3. Максимальні значення коефіцієнт продуктивності для різних типів теплових насосів наведено на рисунку 3. Інформація про ефективність, надана виробником, базується на вимірюваннях у лабораторних умовах. У більшості випадків прилади не досягають лабораторних значень на практиці. Тому для

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

хорошого АРГ важливо заздалегідь встановити, яке джерело тепла є оптимальним для будівлі. Після встановлення теплового насоса та першого року експлуатації слід стежити за річним коефіцієнтом продуктивності, щоб зробити оптимальне налаштування [15].

Розглянемо ефективність роботи ТН. Вважатимемо, що цикл теплового насоса відповідає оберненому циклу Карно. Для циклу Карно коефіцієнт трансформації залежить тільки від температури T_1 , до якої треба нагрівати об'єкт і температури навколишнього середовища T_2 :

$$K_T = T_1 / (T_1 - T_2); \quad (3.3)$$

Залежність коефіцієнта трансформації K_T зі зміною температури навколишнього середовища в діапазоні 253 - 293К (від - 20 до +20 °С) за постійної температури теплоти, яку одержуємо - 323 К (50 °С), наведена на рис. 3. Згідно цієї залежності коефіцієнт трансформації K змінюється від 5 до 9 у випадку зміни температури навколишнього середовища від - 20° до +20° С, а це означає, що у випадку затрати 1кВтгод механічної роботи можна одержати від 5 до 9 кВтгод низькопотенційної теплоти. Для реального циклу парокомпресійного ТН ці значення є дещо нижчі – 3 - 6 кВт. Вибрана температура нагрівання теплоносія $T_1 = 323\text{К}$ (50°С) є достатньою для нагрівання води і опалення житлових приміщень.



Рисунок 3.3 – Залежність ефективності теплового насоса від температури навколишнього середовища [7]

Ефективність роботи ТН зменшується зі зниженням температури навколишнього середовища, що є його недоліком. Тому ТН раціонально використовувати для опалення за температур вищих від -5 °С, а для покриття витрат на опалення за більш низьких температур додатково використовувати

традиційні джерела енергії.

Переваги теплових насосів:

- Екологічність
- Використання для виробництва теплової енергії з теплових викидів.
- Можливість використання для опалення будівель будь-якого типу.
- Можливість використання дешевих тарифів.
- Низькі затрати на технічне обслуговування.
- Висока експлуатаційна надійність.
- Низькі обсяги викидів CO₂.
- Можливість використання як для опалення, так і для охолодження.

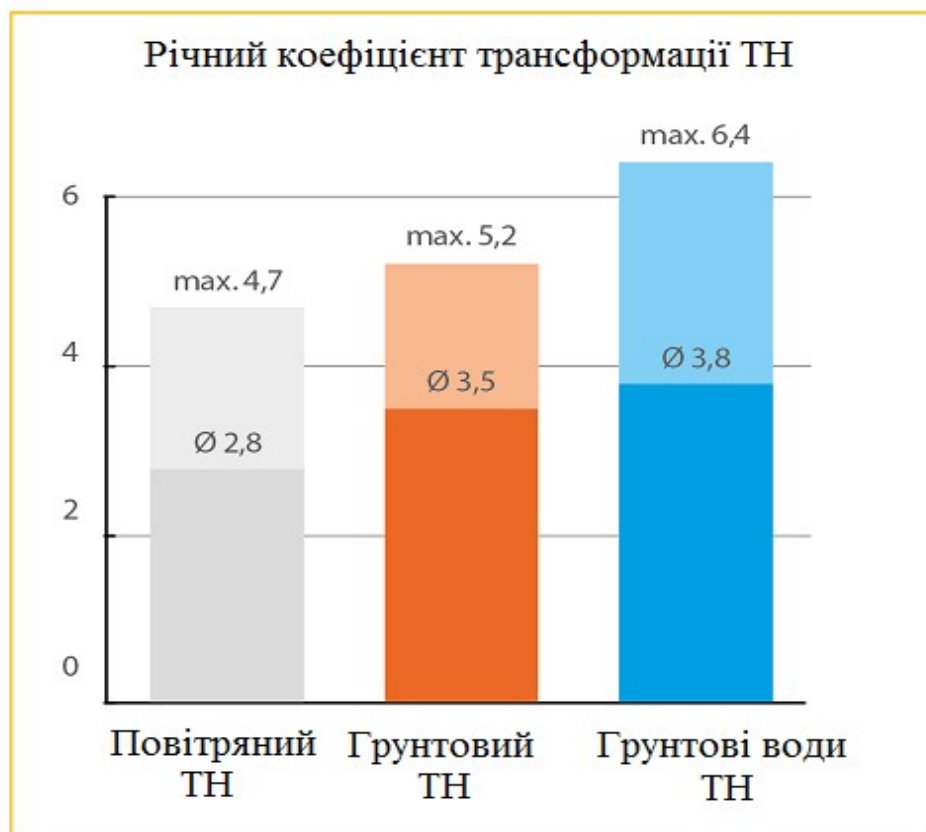


Рисунок 3.4 – Максимальні значення коефіцієнт трансформації для різних типів теплових насосів

3.1.7 Види теплових насосів

В залежності від джерела тепла, яке використовують теплові насоси розрізняють три основних види [12-15]:

- Повітряний тепловий насос (тепловий насос «повітря-вода»).
- Геотермальний тепловий насос (тепловий насос розсіл-вода).
- Тепловий насос для ґрунтових вод (тепловий насос вода-вода).

Загалом всі три види ТН можна використовувати для теплопостачання будівель. Однак вони істотно відрізняються за ефективністю, трудомісткістю монтажу, вартістю та іншими особливостями.

Теплові насоси для підземних вод можуть забезпечити найбільше тепла на кіловат-годину електроенергії. Потім йдуть геотермальні теплові насоси. Повітряні теплові насоси теоретично мають найнижчу ефективність [9]. Однак те, наскільки ефективна система насправді, залежить від багатьох інших факторів.

Повітряні теплові насоси використовують внутрішню енергію повітря (рис. 3.5 а). Недоліки - коли теплоти потрібно найбільше - наприклад, взимку - повітря є найхолоднішим. ТН повітря-вода ефективні до температури – 5 °С. Проте все ще можуть генерувати достатню кількість тепла навіть за температури зовнішнього повітря -20 °С. Порівняно з іншими системами ТН менш складні та можуть бути реалізовані будь-де, оскільки непотрібні роботи з ґрунтом чи свердління свердловин, як у випадку з ґрунтовими тепловими насосами. Це робить їх популярними. Однак вони також менш ефективні, ніж опалення за допомогою геотермальної енергії або ґрунтових вод. Взимку температура зовнішнього повітря значно нижча за температуру землі або підземних вод. Для підвищення ефективності роботи повітряного ТН необхідно додатково використовувати вентилятори. Оскільки повітря містить недостатньо низькопотенціальної теплової енергії, вентилятори системи повинні направляти великі обсяги повітря повз теплообмінник. Це спричиняє шуми різної гучності. Тому правильне планування та місце установки відіграють важливу роль у захисті від шуму.

Геотермальні теплові насоси Температура ґрунту на глибині приблизно від 1,20 м до 1,50 м незначно змінюється протягом року (5-10°С) , що забезпечує стабільну роботу теплових насосів. Тож теплові насоси розсіл - вода (ґрунтові) не піддаються коливанням продуктивності навіть за температури нижче рівня замерзання. Вони поглинають тепло ґрунту (геотермальну енергію) через підземні трубопроводи, в яких тече екологічно чистий холодоагент, що не замерзає і передає поглинене тепло в випарник теплового насоса. Теплові насоси розсіл-вода відрізняються типом установки: необхідну систему трубопроводів можна встановити за допомогою глибокого буріння або вбудовувати горизонтально.

Горизонтальний ґрунтовий колектор Горизонтально встановлені ґрунтові колектори (рис.3.5 б) потребують приблизно в три - чотири рази більше площі землі, ніж житлова площа, що опалюється. За умови достатньої кількості землі - це невичерпний запас низько потенціальної енергії та ідеальні умови. В такому випадку потрібні траншеї глибиною не менше 1,2 метра. У найбільш поширених варіантах укладання використовуються або дві труби, одна з яких закопана на глибині 1,6 метра, а інша - на глибині 1,2 метра, або дві труби, розташовані поруч

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

на глибині 1,5 метра в траншеї шириною 0,6 метра. Метод за кільцювання дозволяє розмістити більше труб в коротшій траншеї, що знижує витрати на монтаж і робить можливою горизонтальну прокладку в місцях, де вона була б неможлива при звичайному горизонтальному застосуванні.

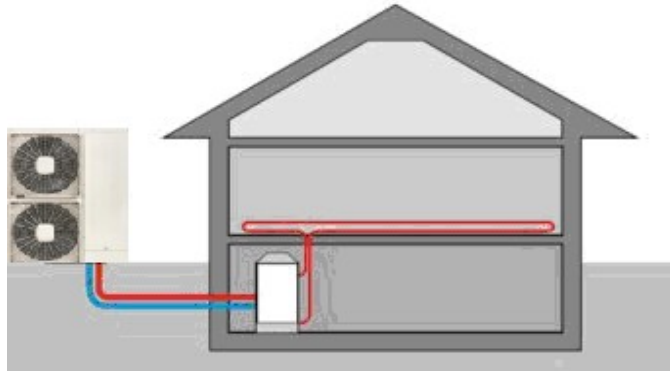


Рисунок 3.5 а – Повітряний ТН[12].

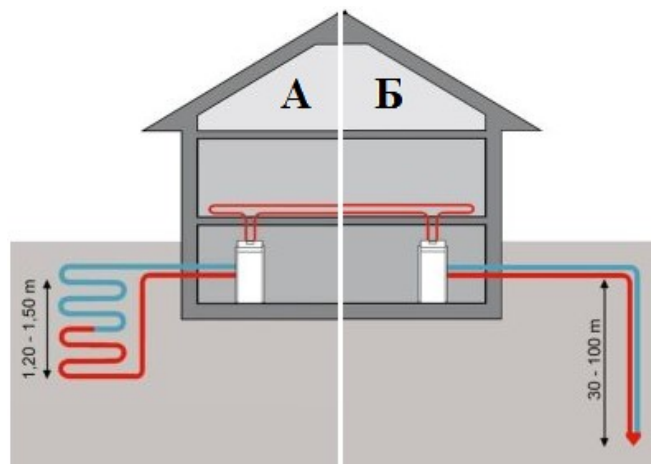


Рисунок 3.5 б – Ґрунтовий ТН [12]

А – з горизонтальним колектором, Б – з вертикальним колектором

У разі геотермального теплового насоса з горизонтальним колектором діє наступне правило: чим більше потрібно тепла, тим більшу площу покриває колектор. Загалом для 1 кіловата теплового потоку необхідно укласти тонкої труби діаметром 20 мм приблизно на 40 квадратних метрах.

Вертикальний колектор з геотермальним зондом Вертикальні зонди, опущені в землю, мають перевагу, в тому що їм не потрібно багато місця (рис.4, Б). Вертикальні свердловини мінімізують порушення існуючого ландшафтного дизайну.

При вертикальній системі буряться отвори (діаметром близько десяти сантиметрів) на відстані 5 метрів один від одного і глибиною від 20 до 100 метрів. У ці отвори вводяться дві труби, які в низу з'єднуються U-подібним вигином, утворюючи петлю. Вертикальні петлі з'єднуються горизонтальною трубою (тобто колектором), укладаються в траншеї і підключаються до теплового насоса в

будівлі. Теплоносії поглинає навколишнє тепло з ґрунту і транспортує його до нагрівача. Орієнтовно 20 метрів зонда забезпечує 1 кВт теплового потоку.

Геотермальні теплові насоси не можуть досягти пікових значень теплових насосів підземних вод, але вони також працюють ефективно. Їхня температура в землі також не є особливо низькою в зимові місяці і майже не коливається за сезонами. Щоб отримати тепло з землі, потрібно бурити свердловини, або закопувати колектори біля поверхні на великих площах.

Теплові насоси вода-вода Теплові насоси вода-вода часто більш ефективні, ніж повітряні чи ґрунтові. Це пов'язано з тим, що тепло краще переноситься в воді, температура якої, як правило, більш стабільна протягом року (в середньому від 7 до 12 градусів), що вище, ніж середня температура повітря і ґрунту взимку.

Тепловий насос вода-вода з відкритим контуром Ґрунтові води є хорошим акумулятором сонячного тепла. Навіть в найхолодніші дні тут підтримується постійна температура від + 7 °C до + 12 °C. Саме тому коефіцієнт продуктивності теплового насоса практично однаковий протягом усього року. Це дозволяє цим системам працювати порівняно ефективно. Ґрунтові води не доступні в достатній кількості і якості в будь-який час, але якщо є можливість використовувати їх, то це завжди доцільно. В такому випадку слід використовувати систему з двох свердловин: одна буде водозабірною - експлуатаційною свердловиною для водозабору з водоносного горизонту, а іншою скидною (розвантажувальною) свердловиною для повернення охолодженої води в той же водоносний горизонт. Варто пам'ятати, що правила використання підземних вод в енергетичних цілях за допомогою такого пристрою, як тепловий насос, регулюються Законом [14].

Крім того, хімічний склад підземних вод може перешкоджати використанню їх як джерела тепла. Якщо у воді занадто багато заліза або марганцю, фільтри забиваються. Інформацію про це можна отримати в місцевому водному управлінні.

Тепловий насос вода-вода з закритим контуром Якщо на ділянці є відповідна водойма, це може бути найдешевшим варіантом. Труба контуру прокладається під землею від будівлі до водойми і згортається в кола на глибині не менше 2,5 метра під поверхнею для запобігання замерзання. Котушки слід поміщати тільки в ті водойми, які відповідають мінімальним критеріям обсягу, глибини і якості.

3.1.8 Режими роботи теплового насоса

Моновалентний В цьому режимі тепловий насос - єдиний генератор тепла в будівлі. Цей режим роботи підходить всім системам опалення з температурою теплоносія до 55 ° C.

Моноенергетичний У цьому режимі робота ТН підтримується електронагрівачем. Це потрібно, в основному при використанні теплових насосів

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

повітря-вода, щоб забезпечити достатню тепловіддачу при нижчих зовнішніх температурах. Більшість терміну експлуатації в інтервалі вище -7°C , тепловий насос функціонує як єдиний генератор тепла. З точки зору інвестицій та ефективності, може мати сенс використовувати підсилювальний електронагрівач як резервний протягом кількох годин, коли температура опускається нижче цієї величини.

Бівалентний альтернативний На практиці тепловий насос забезпечує базову потужність. Тому його з'єднують з іншим теплогенератором. Інше джерело тепла вмикається, коли виникає потреба в опаленні під час особливо низької зовнішньої температури. Або коли потрібна гаряча вода.

Таким чином створюється гібридна система опалення з тепловим насосом і, наприклад, газовим конденсаційним котлом. Таку систему з двома різними теплогенераторами ще називають «бівалентною». Обидві системи можуть поєднуватися в комбінований пристрій або існувати окремо. У будь-якому випадку вони пов'язані загальним контролером.

Інтелектуальний контролер регулює гібридне опалення повністю автоматично. Ви можете вибрати найбільш сприятливий у фінансовому відношенні режим роботи. Додавання повітряного теплового насоса до існуючої газової, масляної або пелетної системи опалення для створення такої гібридної системи може бути економічно доцільно. До певної встановленої зовнішньої температури (наприклад, 0°C) ТН повністю сам генерує необхідну теплову енергію. Коли зовнішня температура опуститься нижче встановленої величини, тепловий насос відключається, а інший генератор тепла бере на себе опалення будинку.

Бівалентний паралельний До певної встановленої зовнішньої температури тепловий насос повністю сам генерує необхідну теплову енергію. Інший генератор тепла (котел) запускається за нижчих значеннях - тоді тепловий насос вмикається, а другий генератор тепла бере на себе весь процес опалення будівлі. На відміну від бівалентного альтернативного режиму, тепловий насос забезпечує набагато більшу частку від загального річного виробництва тепла.

3.4.6 Робота теплових насосів з сонячними колекторами і електричними панелями

Експлуатаційні витрати теплових насосів можна значно скоротити за рахунок використання електроенергії власного виробництва з сонячної енергії сонячними панелями або колекторами [16,17]. Це означає, що витрати на опалення будуть значно нижчі. Обсяги використання сонячної енергії залежить від багатьох чинників, зокрема:

- розмір фотоелектричної системи;
- продуктивність фотоелектричної системи;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- потреба в теплі;
- утеплення будинку;
- підключення теплового насоса до фотоелектричної системи;
- наявності накопичувача електроенергії.

Відповідно до вищезазначених критеріїв економічної ефективності, можна оптимізувати роботу теплового насоса та фотоелектричної системи.

Буферний резервуар також можна використовувати для зберігання сонячної енергії. Якщо за наявності достатньої кількості сонячної енергії вода нагрівається до високої температури, то тепловий насос може залишатися вимкненим.

За хороших умов така система може постачати значну кількість низькопотенціальної теплової та електричної енергії для теплового насоса [17].

Однак, наскільки висока ця частка, залежить від багатьох моментів і має розраховуватися в кожному конкретному випадку. Проте слід зауважити, що електроенергії від немережевої сонячної електростанції в будинку на 200 м² може бути недостатньо для роботи теплового насоса, оскільки більша частина теплової потужності потрібна взимку, тобто саме тоді, коли очікується найменша сонячна енергія.

У будь-якому випадку інтеграція теплового насоса збільшує продуктивність сонячної електростанції. Таким чином можна використовувати більше виробленої електроенергії, а її недостачу взимку компенсувати з електромережі.

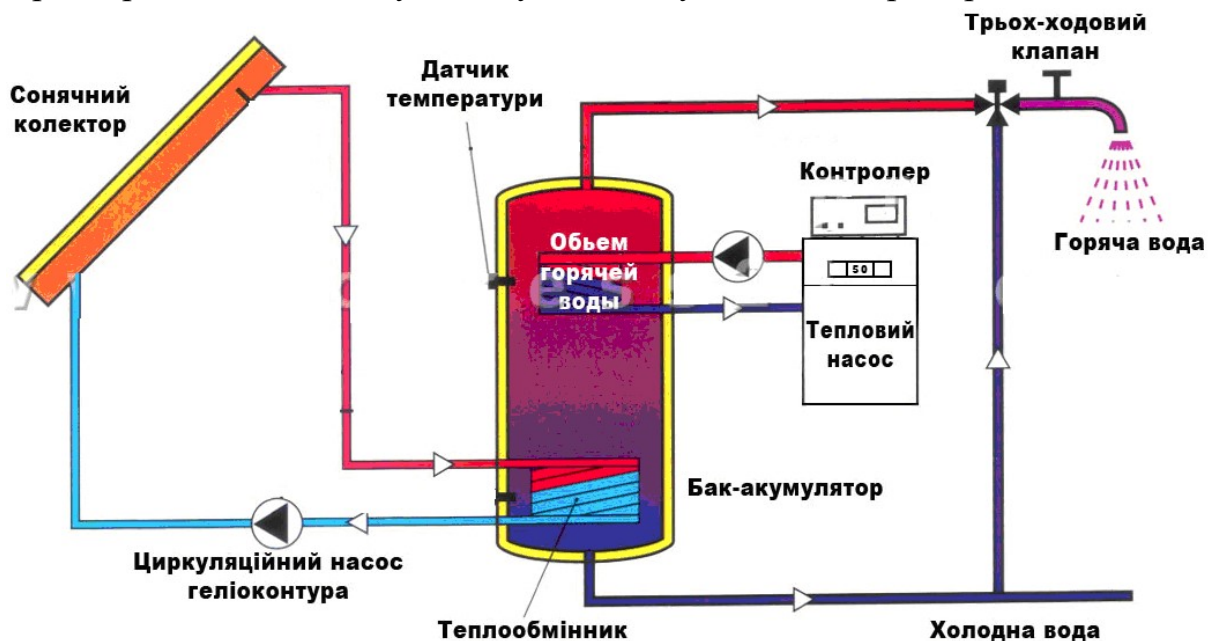


Рисунок 3.6 - Поєднання теплового насоса з сонячним колектором [17].

Щоб сонячна енергія завжди оптимально розподілялася в системі опалення і на інші пристрої та в мережу потрібна система управління енергією. Вона підключається до інвертора і бере на себе контроль потоку електричного

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ

Арк.

54

струму. Геліотеплові системи та системи рекуперації тепла з систем вентиляції можна поєднувати з тепловими насосами так само добре, як і з іншими системами опалення. Загалом, дуже ретельне планування є важливим для оптимального поєднання сонячної енергії та теплових насосів.

Таким чином, поєднання теплових насосів з сонячними джерелами енергії пропонує стійкий і дуже ефективний спосіб оптимізації обох систем [14-17].

Існують вимірювання, які показують, що значного збільшення власного споживання можна досягти за допомогою інтелектуального поєднання сонячних панелей і колекторів та теплового насоса, накопичувачів енергії. Таким чином, така енергетична система забезпечує дуже високий ступінь самозабезпечення (аж до автономного) і підвищує економічну ефективність усіх компонентів.

3.1.8 Робота теплового насоса в режимі кондиціювання

Теплові насоси також можна використовувати для охолодження влітку. Розрізняють активне охолодження за допомогою так званого реверсивного теплового насоса та пасивне охолодження за допомогою геотермального або водяно-соляного теплового насоса [18].

Для роботи в режимі охолодження потрібна система з реверсивною функціональністю та відповідними радіаторами або поверхнями. У існуючих системах за певних обставин також можна модернізувати функцію охолодження.

Класичні радіатори неефективні для охолодження приміщень, оскільки порівняно невелика різниця між температурою охолоджуючої рідини та кімнатною температурою, а також відносно невелика площа радіаторів допускають лише обмежену теплопередачу, тому можлива конденсація.

Активне охолодження за допомогою теплового насоса можливе як з тепловим насосом повітря - вода, так і з тепловим насосом холодоагент - вода. В обох системах тепловий насос використовується влітку як охолоджувальний агрегат шляхом активного реверсування циклу теплового насоса. За допомогою повітряного теплового насоса тепло відбирається від внутрішнього повітря та розсіюється назовні [18].

Тепловий насос може забезпечити пасивне охолодження («природне охолодження») влітку, коли температура в приміщенні вище температури ґрунту. Ґрунтовий теплообмінник використовується для розсіювання тепла з приміщення геотермальними зондами в ґрунт.

Однак пасивне охолодження не можна порівняти з продуктивністю систем кондиціювання повітря чи активним охолодженням, оскільки тепла підлога реагує дуже повільно, тому охолодження не настільки ефективне. Через це влітку можна відчувати лише дуже повільне кондиціювання повітря. Низька потужність системи пояснюється температурою джерела тепла, оскільки наприкінці літа земля накопичує більше тепла і її охолоджувальна здатність тоді зменшується.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Однак пасивне охолодження є особливо енергозберігаючим методом кондиціонування повітря в будівлі, оскільки потрібно враховувати лише додаткове споживання електроенергії тільки для циркуляційних насосів.

Незалежно від типу генерації та доставки холоду, моніторинг точки роси за допомогою контролера теплового насоса завжди необхідний. Наприклад, для охолодження використовується тепла підлога, температура поверхні в режимі охолодження не повинна опускатися нижче 20°C. Контроль точки роси гарантує, що температура подачі опалювальної системи в режимі охолодження є настільки високою, що не опускається нижче допустимої точки роси. Інакше існує ризик того, що волога в повітрі приміщення конденсуватиметься на підлозі [18].

Функція активного охолодження збільшує споживання електроенергії тепловим насосом. Якщо необхідно активне охолодження, то його можна ефективніше забезпечити тепловим насосом, ніж з окремою системою кондиціонування. Ґрунтові та геотермальні теплові насоси найкраще підходять для

екологічного пасивного охолодження. Охолодження є ще більш ефективним, якщо електроенергія для живлення ТН виробляється власною сонячною електростанцією.

3.1.9 Поверхні нагріву для систем тепlopостачання з тепловим насосом

Для ефективної роботи теплового насоса ідеально підходить поверхневе опалення - наприклад, тепла підлога, стін або стелі. На великій поверхні в приміщенні тепло вивільняється ефективно. Тому поверхневе опалення працює з нижчими температурами нагріву, які без проблем може забезпечити тепловий насос.

Теплові насоси можуть також працювати з радіаторами, якщо в них достатньо велика

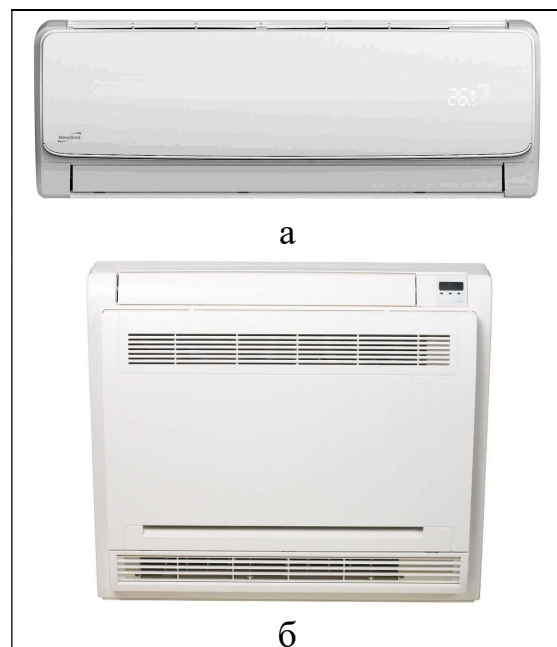


Рисунок 3.7 – Настінний фанкойл – а і підлоговий фанкойл – б [19]

площа і стан теплоізоляції будівлі високий. У деяких випадках необхідна заміна окремих малих радіаторів на більші або на так звані низькотемпературні радіатори – фанкойли (рис.3.7) [19].

Фанкойл (від англійського fan coil unit) є низькотемпературним пристроєм, в якому вентилятор проганяє потік повітря крізь теплообмінник. В теплообміннику циркулює легко кипляча рідина, що інтенсивно поширює холод (або тепло) в приміщенні, що обслуговується. Принцип роботи фанкойлів – регульована

передача через повітряний потік холоду/тепла від віддаленого котла/теплового насоса в окремі приміщення чи групи приміщень.

Малошумний вентилятор та теплообмінник (радіатор) – основні конструктивні частини фанкойла. Як тепло-холодоносії використовуються вода (етиленгліколь, тосол). Вентилятори можуть мати енергоефективне ДС-інвенторне керування з регулюванням швидкості обертання.

Жалюзі забезпечують об'ємне поширення повітря у приміщенні. За рахунок спрямованого розподілу фанкойлами повітряних потоків охолодження та нагрівання повітря відбувається швидше та якісніше, ніж у разі радіаторного опалення. Управління та налаштування параметрів кожного фанкойла за допомогою пультів зручні для зонального тепло/холодопостачання.

Під час експлуатації фанкойлів на охолодження конденсат, що утворюється, відводиться спеціальним дренажним насосом в систему каналізації.

В основному фанкойли більше використовуються в системах централізованого кондиціонування в офісних та адміністративних будівлях, супермаркетах, а також у різних установах чи готелях. У системах чиллер-фанкойл холодильний агрегат великої потужності – чилер, встановлений поза будівлею, охолоджує/нагріває теплоносії. Теплоносії, у свою чергу, циркулює у розгалуженій системі трубопроводів, що з'єднують фанкойли, які забезпечуючи охолодження або обігрів кількох приміщень, поверхів чи всієї будівлі. Системи чиллер-фанкойл можуть застосовуватися тільки для охолодження або охолодження/обігрів через систему каналних, касетних або інших фанкойлів. Існують двотрубні і чотиритрубні системи. Двотрубні системи «чилер-фанкойл» використовуються тільки для охолодження, чотиритрубні – для охолодження та обігріву приміщень. 4-трубні системи можуть одночасно підтримувати режим охолодження в одних приміщеннях і обігрівати інші.

Ефективно та економічно вигідно використання фанкойлів, коли як джерело тепла/холоду використовується тепловий насос. Фанкойли швидко та якісно прогрівають кімнату, відпадає потреба нагрівання води в системі до високих температур у 80-90 градусів. Влітку вони чудово охолоджують кімнати. Тепловий насос економно підтримує потрібний температурний режим цілий рік. Якщо потрібно зробити найбільш економну систему з повітряним тепловим насосом, обов'язково на обігрів та кондиціонування будинку варто купити кілька фанкойлів.

3.1.10 Енергозаощадження систем вентиляції

Розділяють природну й механічну систему вентиляції. У першому випадку рух повітря здійснюється за рахунок природних фізичних явищ, в другому рухом повітря управляє спеціальне механічне вентиляційне устаткування. За допомогою природної вентиляції не вдається вирішити деякі завдання забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях, тому більш бажаної є механічна

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

вентиляція. Також вентиляцію можна розділити на приточну й витяжну, і на місцеву або загально обмінну. Приточна система вентиляції поставляє свіже зовнішнє повітря в приміщення.

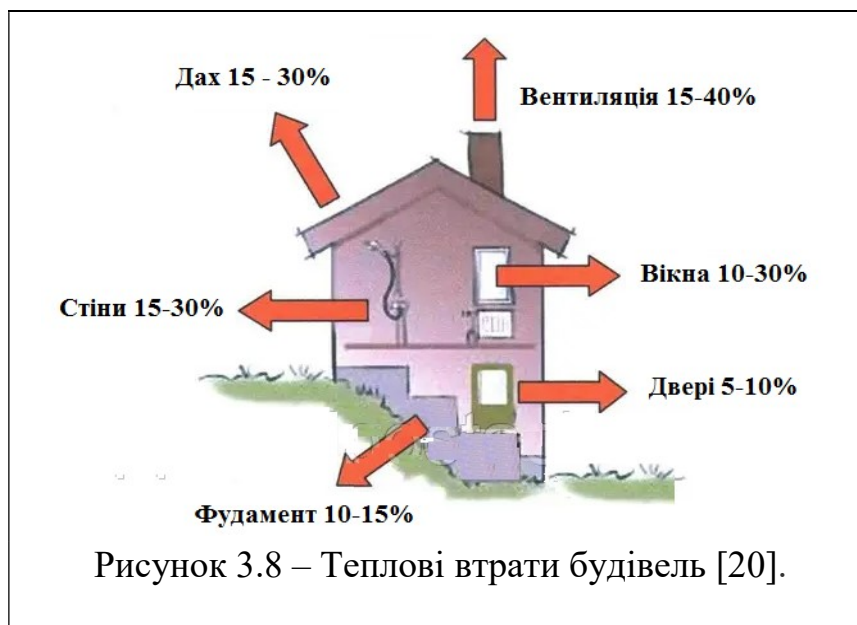
Витяжна вентиляція відводить із приміщення використане (нагріте, забруднене) повітря. Механічна вентиляція є витяжною, коли механічно відводить певний обсяг повітря, а потім відбувається надходженням свіжого повітря із сусідніх приміщень. Безканална вентиляція - схема вентиляції без застосування повітроводу. Так організують витяжну вентиляцію в великих приміщеннях, ангарах на базі вентиляторів, які встановлюються на даху й витягують повітря безпосередньо із приміщення під дах. Вентилятори, як приточні так і витяжні, можуть бути встановлені й у стінах або віконних прорізах. Краща одночасна установка як приточної, так і витяжної вентиляції.

Можливості енергозаощадження в системі вентиляції значні до 40% (рис. 3.8) [20]. Економія тепла досягається як за рахунок усунення перевитрати теплової енергії порівняно з проектними даними, так і за рахунок зменшення її витрати відповідно до закладених у проекті.

Усунення перевитрати теплової енергії порівняно з проектними досягаються шляхом регулювання у мережі повітряпроводів, калориферних установок, повітряно-теплових завіс.

Зменшення проектної витрати енергії досягають завдяки використанню (регенерації) теплоти, що видаляється з приміщень повітря. У цьому разі необхідно передбачати використання енергозаощаджувальних технологій, застосовуючи лише прості конструкції енергозаощаджувального устаткування, що не вимагають великих капіталовкладень.

Питання забезпечення вискоефективної вентиляції особливо гостро постало в умовах використання сучасних вікон зі склопакетами з високою щільністю



закриття. Використання герметичних вікон зі склопакетами дало змогу значно знизити теплові втрати будівель, підвищити теплозвукоізоляційні властивості цих вікон, що забезпечило енергозаощадження і зниження зовнішнього шуму, але при цьому несуть у собі невіддільну неприємну властивість – вони повністю порушують вентиляцію, що забезпечувалась за рахунок ефекту інфільтрації. З розрахунку на це і створювалися раніше всі будівельні нормативні документи. У результаті втрачено комфортні умови, які повинні були б забезпечити євровікна. Річ у тому, що за відсутності належної вентиляції в повітрі знижується вміст кисню, зростає концентрація вуглекислого газу, збільшується вміст шкідливих для людини мікробів і бактерій, зростає вогкість. Все це виявляється практично зразу ж після установа таких вікон у випадку, якщо тримати їх постійно закритими і у відсутність спеціальних заходів із забезпечення необхідного повітрообміну, і веде до підвищеної стомлюваності людей, головних болів, зниженню здатності концентрувати увагу, до респіраторних захворювань і до деяких інших специфічних проявів нездужання. Але є ще і відтерміновані негативні явища – підвищена вогкість. Вона приводить до виникнення цвілі, радикально викоренити яку згодом дуже і дуже важко, при тому що деякі різновиди цвілевих грибків смертельно небезпечні для людини.

Взимку під час роботи вентиляційної установки чи при природній інфільтрації (через щілини у вікнах та дверях) з приміщення видаляється вже підігріте системою опалення відпрацьоване та насичене вуглекислотою тепле повітря. В приміщення подається свіже, наповнене киснем, але холодне повітря, яке знову потрібно нагрівати.

Щоб забезпечити завжди свіже повітря там, де перебуває людина і не витрачати додаткову енергію слід використовувати систему рекуперації енергії, відповідно до якої в приміщення надходить вже прогріте повітря, тому не потрібно нагрівати його вже всередині. Таким чином витрати на опалення можна знизити ледь не вдвічі, в залежності від якості теплоізоляції.

До прикладу, звичайна природна вентиляція з продуктивністю $150 \text{ м}^3/\text{г}$, що функціонує за умов температури назовні 0°C та всередині будинку 17°C , потребує для нагрівання теплової потужності 850 Вт , а за 24 години приміщення втратить $20,4 \text{ кВтгод}$ теплової енергії. Фактично, природня вентиляція видаляє вже нагріте повітря. Це прямі втрати енергії. Рекупераційна вентиляція за таких умов витрачає на роботу вентиляторів лише 35 Вт електричної потужності, тобто витрати енергії через роботу вентиляції складатимуть лише $0,84 \text{ кВт}\cdot\text{г}$ за добу [21].

Правильно підібраний рекуператор не вимагає додаткової вентиляції, а також дозволяє встановлювати віконні системи без частин, що відкриваються. У приміщення надходить чисте повітря, а використання додаткових фільтрів дозволяє очистити його від запахів, вологи, пилу. У літню спеку, коли в будинку

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

працює кондиціонер, рекуператор теж приносить користь. Він охолоджує гарячий вхідний потік, знижуючи витрати на охолодження повітря кондиціонером.

На сьогодні рекуператори повітря є обов'язковим елементом енергоефективних будинків. Не можливо досягти класу енергоефективності А в будівлі без використання рекуператорів. Наразі обговорюються зміни до ДБН, які передбачатимуть обов'язкове встановлення рекуператорів в громадських будівлях

3.1.11 Принцип роботи примусової системи вентиляції із рекуперацією тепла

На рисунку 6.9 схематично зображений процес рекуперації. Пристрій містить два незалежні повітряні канали, розділені перегородкою із спеціальної тканини. Між масами повітря, що поступають і виходять через перегородку, без змішування повітря, відбувається теплообмін. Повітря поступає в пристрій за допомогою двох безшумних вентиляторів низької напруги. У літню ніч можна відключити верхній вентилятор і таким чином вентилювати приміщення прохолодним зовнішнім повітрям. Значна поверхня і структура тканинної перегородки дозволяють відфільтрувати велику частину твердих частинок і алергенів, що містяться в зовнішньому повітрі. Підвищення температури зовнішнього повітря знижує його відносну вологість, тим самим нормалізує вологість повітря в приміщенні.

Система дієво вентилює приміщення через відповідний обмін маси відпрацьованого і свіжого повітря. Одночасно відбувається обмін тепла між пропливаючими потоками обох мас повітря, що дає значні заощадження енергії, які потрібно для нагрівання чи кондиціонування приміщення.

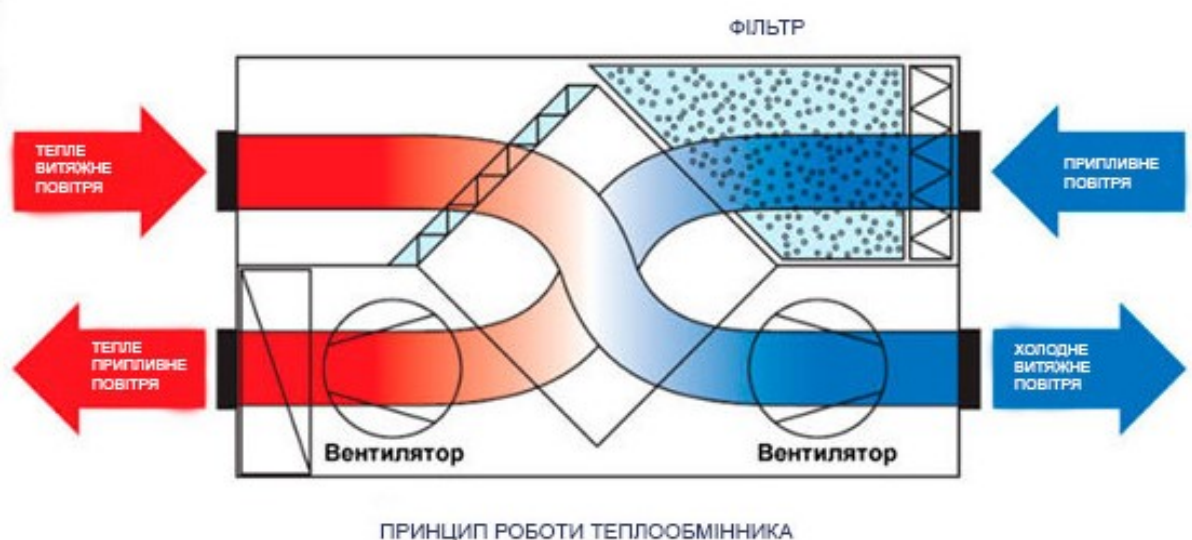


Рисунок 3.9 – Схема процесу рекуперації [21].

Рекуператори для вентиляційних систем, що випускають, мають ступінь рекуперації до 45 %, оснащені двома вентиляторам, які забезпечують, відповідно, витяжку відпрацьованого і подачу свіжого повітря і використовують

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як теплопередаючий пристрій пластинчатий, як правило алюмінієвий, теплообмінний апарат. Вони також оснащені автоматикою, що надає можливості дистанційного включення і виключення або включення і виключення за наперед заданою програмою, включення і виключення за датчиками температури і/або вологості, застосування багатошвидкісного приводу вентилятора і т.д. Простіші схеми базового виконання, що забезпечує тільки повітряно-тепловий обмін, без додаткових функцій (якщо не рахувати встановлений фільтр грубого або середнього очищення повітря).

Сучасні рекуператори виконують дуже значний обсяг щодо автоматичного підтримання різних функцій повітрообміну та є комплексним рішенням для забезпечення адекватної вентиляції будівлі. Це справжнє «серце» примусової вентиляційної системи, що забезпечує економію енергії та високий комфорт для мешканців.

Автоматичний рекуператор видаляє запахи, контролює вологість, фільтрує від летючого пилу та біологічно очищує повітря, усуваючи ризик появи грибкової цвілі та розповсюдження патогенних бактерій та вірусів. Рекуператори обладнані високочастотними фільтрами. Вибір відповідного за потужністю пристрою впливає на ступінь енергоспоживання та комфортність. В даний час вимоги, яким повинен відповідати рекуператор, регулюються Директивою Європейського Парламенту 1254/2014. Основними з них є: мінімальна ефективність 73%, кожен пристрій повинен бути обладнаний байпасом, а енергетичний клас пристрою має відповідати рівням А чи А+.

3.1.12 Огляд систем рекуперації теплової енергії вентиляції приміщень

Загалом розрізняють 4 типи вентиляції – природнім шляхом, примусовим видаленням відпрацьованого повітря, примусовим надходженням повітря ззовні і видаленням його зсередини, примусовим вентиляванням із рекуперацією теплової енергії.

За конструктивними відмінностями рекуператори (теплообмінники) системи вентиляції поділяються на централізовані і локальні. Централізована рекупераційна система показана на рисунку 3.10. Припливне повітря обмінюється тепловою енергією з тим, що видаляється, таким чином знижуючи до мінімуму перепад температур між цими повітряними масами. Рекуператори (рис. 3.10 б) можуть бути виконані у стельовому, стіновому або підлоговому варіантах.

Система дієво вентилює приміщення через відповідний обмін маси відпрацьованого і свіжого повітря. Одночасно відбувається обмін тепла між пропливаючими потоками обох мас повітря, що дає значні заощадження енергії, які потрібно для нагрівання чи кондиціювання приміщення.

На рисунку 3.11 зображено локальну вентиляційну систему з пластинчатим теплообмінником. Такі рекуператори для вентиляційних систем, що

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

випускаються, мають ступінь рекуперації до 50 %, оснащені двома вентиляторами, які забезпечують, відповідно, витяжку відпрацьованого і подачу свіжого повітря і використовують як теплопередаючий пристрій пластинчатий теплообмінний апарат.

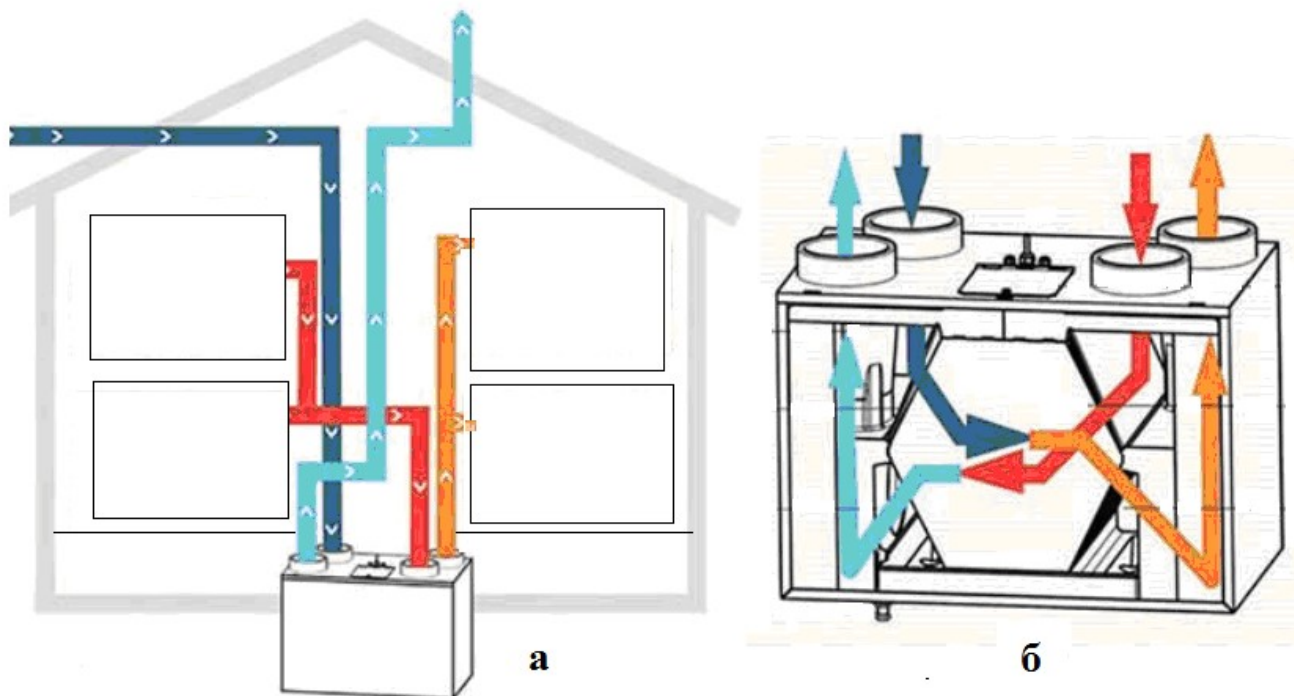


Рис. 3.10. Принцип роботи централізованої системи вентиляції з рекуперацією тепла

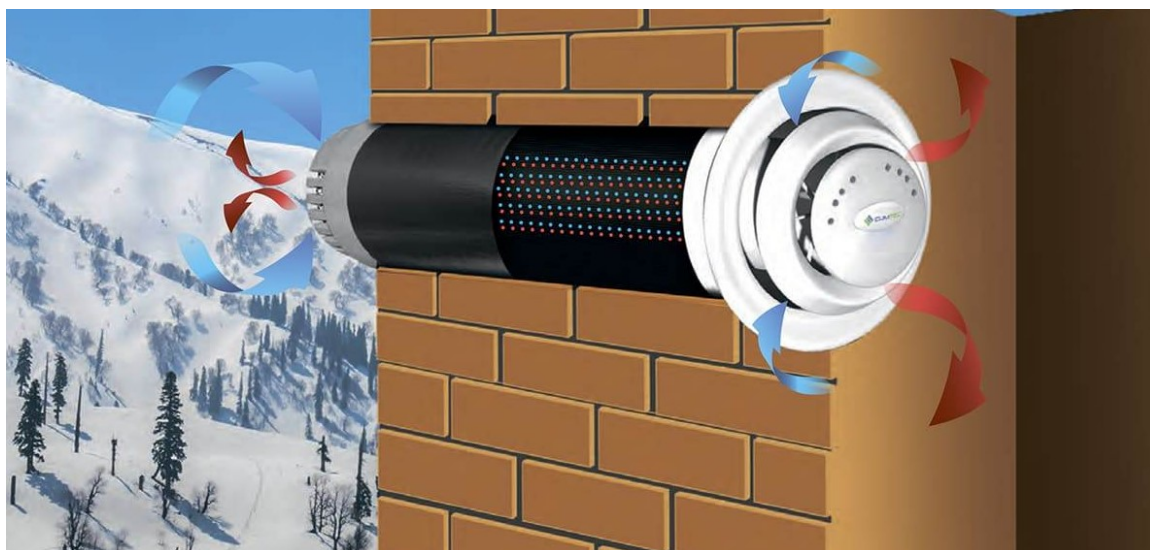


Рисунок 3.11 — Локальна вентиляційна система з рекуператором

Вони також оснащені автоматикою, що надає можливості дистанційного включення і виключення або включення і виключення за наперед заданою програмою, включення і виключення за датчиками температури і/або вогкості, застосування багатошвидкісного приводу вентилятора і т.д. Простіші схеми

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

базового виконання, що забезпечує тільки повітряно-тепловий обмін, без додаткових функцій (якщо не рахувати встановлений фільтр грубого або середнього очищення повітря).

Теплообмінники, які застосовуються в системах вентиляції, поділяються на: пластинчасті теплообмінники – рекуперативні; роторні – регенеративні; рекуператори з проміжним теплоносієм. Існують інші види, які не відрізняються високою ефективністю. Тому розглянемо перелічені вище. Пластинчасті теплообмінники дуже різноманітні й відрізняються ступенем ефективності – від 50 до 90%. Вони не мають рухомих частин, а передача тепла відбувається через пластини, по обидва боки яких проходять потоки повітря (припливного і витяжного). Хоча потоки не перетинаються, імовірність контакту все ж існує.

Кількість переданого тепла регулюється за допомогою перепускного клапана, який контролює витрати повітря, яке проходить крізь теплообмінник. За використанні пластинчастих теплообмінників, враховують ймовірність утворення конденсату. Тому рекуператори цього типу оснащуються відводами конденсату і затворами, що запобігають попаданню води в канал повітроводу та системою розморожування утвореного льоду. Роторні рекуператори мають дуже високий показник ефективності – 75- 85%. Відрізняються наявністю рухомої частини – ротора, який передає тепло між повітряними потоками. Регулювати інтенсивність рекуперації можливо шляхом зміни швидкості обертання ротора. У роторних теплообмінниках видалене і припливне повітря можуть перемішуватися та передавати запахи і бруд, приділяють особливу увагу розміщенню вентиляторів. Ризик обмерзання дуже низький, тому система розморожування не є обов'язковою. Рекуператори з проміжним теплоносієм. Система вентиляції оснащується двома теплообмінниками, розміщеними у припливному та витяжному каналі, а теплоносій (вода або водно-гліколевий розчин) циркулюють між ними. Ефективність рекуперації складає 45-50%, а передачу тепла можна регулювати за допомогою зміни швидкості переміщення теплоносія. Безсумнівна перевага рекуператорів з проміжним теплоносієм – повна ізоляція теплоносія. Таким чином виключення ймовірності передачі забруднень між потоками повітря. Повторне використання теплової енергії в системах вентиляції вже давно застосовується [21,22] у обладнанні багатьох компаній-виробників.

Переваги системи рекуперації повітря:

- економія електрики та природного газу, тобто ресурсів, що використовуються для опалення та охолодження промислових і житлових будівель;
- підтримання правильного рівня CO₂ у «чистих» зонах, де знаходиться людина.
- утилізація відпрацьованого повітря (разом із надлишками вологи та запахами) із санвузлів, гардеробних приміщень, комор, кухні;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Крім цього, повітря з приміщення не просто забирається, а й ефективно використовується. Також під час роботи рекуператора відбувається пасивне зволоження повітря. Волога, яка присутня у повітрі кухні та санвузла, теж може передаватися через стінку теплообмінника чистому потоку, разом із теплом.

Якісне, свіже повітря – один із головних аспектів гарного самопочуття та здоров'я.

3.2 Технічний проект ділянки мийних робіт з використанням теплового насоса

Ділянка прибирально-мийних робіт розташована окремо біля ділянки передпродажної підготовки. Форма ділянки прямокутна 8.9 x 7.0 м³. Устаткування розміщено відповідно до виконання технологічного процесу.

Процес прибирально-мийних робіт включає в себе кілька операцій. Спочатку з кузова автомобіля змивають крупні часточки піску та бруду водою під високим тиском. Після чого наносять на поверхню вискоефективний миючий засіб з активними додатками. Це дає змогу очистити від бруду важкодоступні місця автомобіля. Застосування якісного миючого засобу підвищує ефективність прибирально-мийних робіт. За рахунок цього процес стає більш економічним, пришвидшується сам процес.

План ділянки щоденного обслуговування з переліком устаткування та інструменту наведено на графічному зображенні виробничого корпусу.

Підприємство з'єднане з комунікаційними мережами міста для постачання води та водовідведення.

На даний час приготування гарячої води забезпечується електричним бойлером і миючою машиною **Karcher HDS 8/18 – 4 C**, створеною спеціально для миття автомобілів, очищення та нанесення хімії (рис. 3.12).

Пропонується використати для приготування гарячої води тепловий насос. Комплектація ділянки мийки:

- ручна мийка високого тиску;
- компресор;
- пілосос для сухого і вологого прибирання салону;
- продувочний пістолет;
- пристрій для хімчистки;
- стелажі для зберігання миючих матеріалів;
- система рециркуляції та очищення води.

Основні технологічні операції, які проводяться на ділянці:

- миття кузова;
- миття шасі;
- миття двигуна;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- нанесення захисних засобів на лакофарбове покриття;
- продувка замків та інших важкодоступних місць;
- сухе і вологе прибирання салонна;
- хімчистка оббивки салона.



Максимальний тиск	180 Бар / 14 МПа
Довжина шланга	10 м
Продуктивність	300...800 л/год
Потужність	6000 Вт
Робочий тиск	100 Бар / 10 МПа
Напруга мережі / частота	230 В / 50 Гц
Витрата палива	5 кг/год
Подавання миючого	автоматична
Максимальна температура води	+60 °C

Рисунок 3.12 – Зовнішній вигляд установки для миття Karcher 8/18 – 4 C HDS 895 M Eco і її технічні характеристики

3.3.1 Використання теплового насоса для гарячого водопостачання на мийно-прибиральній ділянці

Пропонується на станції технічного обслуговування «CAR FIX» до впровадження енергозаощаджуючі заходи для приготування гарячої води замість котла, що працює на солярці, і електричного бойлера, використати тепловий насос. Живлення теплового насосу буде забезпечувати електроенергія, а низько потенціальним джерелом тепла буде повітря в офісних і виробничих приміщеннях в літній період. В холодну пору року гаряче водопостачання тепловим насосом буде забезпечуватись за рахунок низько потенціальної енергії вентиляційного повітря і зовнішнього повітря. Додатково тепловий насос в літній період буде охолоджувати офісне приміщення, виставковий зал і виробничі приміщення.

Принцип дії: Робоча рідина прямує з розширювального клапана - 3 до випарника - 3. Проходячи через випарник 2 забирає теплову енергію з повітря, що

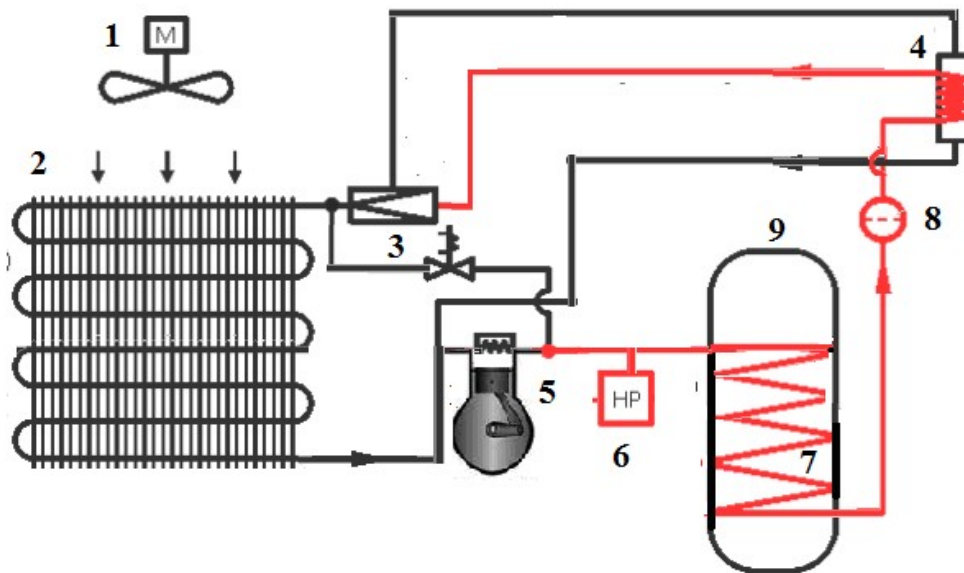
					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

доставляється вентилятором 1, завдяки чому переходить у газоподібний стан (процес пароутворення). Далі робоче тіло проводиться до проміжного теплообмінника (4), де проводиться додатковий підігрів газу. З теплообмінника робоче тіло переходить до нагнітач компресора - 5, де відбувається стискання газу, завдяки чому зростає його температура і тиск (приблизно з 6 до 18 бар). Після компресії робоче тіло переходить до конденсатора - 7 і віддає тепло безпосередньо воді, що знаходиться в резервуарі.

Охолоджене повітря влітку можна використовувати для конденсації виставкового залу, що підвищить ефективність роботи ТН. Взимку доведеться використовувати повітря нижчої температури на виході з вентиляційної системи. Можливий варіант для підвищення ефективності роботи ТН використати сонячні колектори. Але це пропонується як додатковий варіант для наступного етапу оскільки пов'язано з необхідністю додаткових інвестицій.

Впровадження цих планів дозволить економити енергоресурси і зменшити викиди в навколишнє середовище.

Робоче тіло, віддаючи тепло, конденсується, у рідкому стані переходить до проміжного теплообмінника. Вода в резервуарі нагрівається до температури 60 °С. На рисунку 3.13 зображено загальну схему теплового насоса для приготування гарячої води.



1 – вентилятор; 2 – теплообмінник (випарник); 3 – розширювальний клапан; 4 – проміжний теплообмінник; 5 – компресор; 6 – реле тиску; 7 – конденсатор (змійовик); 8 – фільтр; 9 - резервуар.

Рисунок 3.13 – Схема теплового насоса для нагрівання води

Основні вузли: компресор – 5, конденсатор (теплообмінник) - 7 розташований у резервуарі 8. Назва відповідає процесу, що відбувається під час

роботи теплового насоса — перехід фреону з газоподібної фази в рідку (конденсація). Випарник (теплообмінник) - 2 розташований у внутрішньому блоці. У випарнику при різкому зниженні тиску фреон переходить із рідкої фази в газоподібну (кипіння). Для високої ефективності та тривалої експлуатації теплообмінники і резервуар переважно виготовляють з міді та алюмінію.

Принцип дії: Робоча рідина прямує з розширювального клапана - 3 до випарника - 3. Проходячи через випарник 2 забирає теплову енергію з повітря, що доставляється вентилятором 1, завдяки чому переходить у газоподібний стан (процес пароутворення). Далі робоче тіло проводиться до проміжного теплообмінника (4), де проводиться додатковий підігрів газу. З теплообмінника робоче тіло переходить до нагнітач компресора - 5, де відбувається стискання газу, завдяки чому зростає його температура і тиск (приблизно з 6 до 18 бар). Після компресії робоче тіло переходить до конденсатора - 7 і віддає тепло безпосередньо воді, що знаходиться в резервуарі.

Охолоджене повітря влітку можна використовувати для конденсації виставкового залу, що підвищить ефективність роботи ТН. Взимку доведеться використовувати повітря нижчої температури на виході з вентиляційної системи. Можливий варіант для підвищення ефективності роботи ТН використати сонячні колектори. Але це пропонується як додатковий варіант для наступного етапу оскільки пов'язано з необхідністю додаткових інвестицій.

3.3.1 Розрахунок продуктивності теплового насоса

Для побутових потреб СТО і для мийно-прибиральної дільниці необхідно протягом доби нагрівати до 60 °С близько 500 літрів гарячої води на добу. На даний час приготування такої кількості води забезпечується електричним бойлером і миючою машиною Karcher HDS 895 M Eco, створеною спеціально для миття автомобілів, очищення та нанесення хімії.

Середня температура холодної води необхідної для нагрівання становить 10°С, теплоємність води $C_p = 4,19$ кДж/(кгК). Визначимо витрати електроенергії у випадку нагрівання води в електричному бойлері і тепловим насосом. Витрата електроенергії для нагрівання води в бойлері визначається з рівняння (3.1)

$$Q = m \times C \times (t_2 - t_1) = 500 \times 4.19(60 - 10) = 10480 \text{ кДж} = 29.1 \text{ кВтгод} \quad (3.1)$$

де m – маса води;

C – масова теплоємність води;

t_1 ; t_2 – початкова і кінцева температура води.

Вартість витраченої електроенергії для нагрівання води становитиме з розрахунку 5.5 грн/кВтгод

$$29.1 \times 5.5 = 160.1 \text{ грн}$$

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

З врахуванням, що річний коефіцієнт трансформації для теплового насоса з приготування гарячої води становить близько 4, вартість теплоти одержаної за його використання становитиме

$$160 : 4 = 40 \text{ грн}$$

Різниця у витраті коштів на електроенергію для обох випадків становитиме

$$160 - 40 = 120 \text{ грн}$$

За рік економія коштів на підігрів води становитиме за 250 робочих днів

$$250 \times 120 = 30000 \text{ грн}$$

Частина гарячої води підігрівається у мийній машині, але в розрахунках окремо це не розглядали, оскільки затрати на приготування гарячої води за використання дизельного палива приблизно такі, як і за використання електроенергії - таблиця 3.1.

До зекономлених коштів за рахунок приготування гарячої води тепловим насосом слід додати економію від кондиціювання повітря виставкового залу в літній період. Частина економії коштів врахована через підвищений річний коефіцієнт трансформації ($SCOP = 4$), оскільки випарник теплового насоса живиться теплотою повітря у виставковому залі, температура якого при кондиціюванні $22 - 26^{\circ}\text{C}$. Взимку ця температура значно нижча ($5 - 10^{\circ}\text{C}$ – температура повітря в системі вентиляції за рекуператором). За рахунок відбору теплоти для конденсатора ТН від повітря у виставковому залі температура знижується, тому відпадає необхідність використання кондиціонерів у виставковому залі і в офісних та виробничих приміщеннях. На їх живлення затрачається приблизно 5 кВт потужності електроенергії. В літній період кондиціонери працюють 8-10 годин протягом двох місяців. Витрати коштів на роботу кондиціонерів, які будуть економитись, коли працює ТН, становлять

$$\text{Витрати} = 5 \times 10 \times 60 \times 5.5 = 16500 \text{ грн}$$

Загалом повна економія коштів протягом року за рахунок впровадження теплонасосної системи приготування гарячої води і конденціювання повітря буде

$$30000 + 16500 = 46500 \text{ грн}$$

Розрахунок підтверджує економічну доцільність використання теплового насоса для приготування гарячої води в системі гарячого водопостачання СТО. Розрахунок терміну окупності впровадження ТН наведено в наступному розділі.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СТО «CAR FIX»

Окупність устаткування залежить від ряду чинників, проте можна виділити найважливіші та вирахувати приблизний термін повернення інвестицій.

Одним із вирішальних чинників окупності системи є зниження споживання електроенергії для гарячого водопостачання і витрати теплоти на вентиляцію приміщення і їх кондиціювання. Термін окупності устаткування залежить від його ефективності і вартості. За високої ефективності і помірних цін на устаткування термін окупності зменшується. Нижче розглянемо терміни окупності теплового насоса і рекуператора теплової енергії вентиляційної системи.

4.1 Розрахунок окупності теплового насоса

Тепловий насос в СТО пропонується використати для гарячого водопостачання з одночасним кондиціюванням приміщень в літній період. Для цього планується скористатись широким асортиментом їх у продажі. На даний час є можливість вибору теплових насосів різної потужності і типів. Для того, щоб вибрати ТН будемо виходити з необхідної затрати теплоти для нагрівання води. Ця величина була вирахована попередньо і дорівнює 29.1 кВт-год. Приймемо, що мінімальний час нагрівання води становитиме 8 год, тоді тепла потужність теплового насосу

$$29.1 : 8 = 2.73 \text{ кВт}$$

Відповідно цієї потужності вибираємо тепловий насос Kronoterm WP4 LF-502.

Теплова потужність обладнання складає 3.8 кВт, електрична потужність 1.00 кВт. Для збільшення продуктивності передбачена можливість паралельного з'єднання двох, трьох або більше теплових насосів, а також підключення додаткового джерела тепла: сонячного колектора, твердопаливного котла, електронагрівача і т.і.



Рисунок 4.1 – Тепловий насос Kronoterm WP4 LF-502

В системі управління теплового насоса застосовується контролер Optitronic 2 з LCD-дисплеєм і функціями програмування графіку роботи, встановленими режимами Eco, Normal, Confort. Є функції швидкого нагріву води. Функція активного розморожування забезпечує роботу в діапазоні температур зовнішнього повітря від мінус 7 °C до 35 °C.

Технічні характеристики теплового насоса Kronoterm WP4 LF-502:

- максимальна потужність: 1.45кВт;

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- COP: ≥ 3.6 ;
- ємність бака для гарячої води – 190 л;
- номінальна температура води: 60 °C;
- діапазон робочих температур: -20 ~ 43 °C;
- компресор: роторний;
- хладагент: R134a;

Напруга живлення: 220-240 ~ .

В тепловий насос інтегрована система дистанційного керування через Інтернет, завдяки якій можна вносити зміни до режиму і графік роботи зі смартфона. Устаткування відноситься до класу енергоефективності «А». Нижче в таблиці 4.1 наведено розрахунок терміну окупності з впровадження теплового насоса для нагрівання гарячої води на дільниці прибирання-мийних робіт.

Таблиця 4.1 – План надходжень та витрат

Кошти	Розрахунок, грн	Загальні, грн.
Економія коштів	46500	46500
Витрати на електроенергію	40 грн/день x 250 днів	10000
Витрати на заробітну плату	9000 грн./місяць x 5% x12	5400 грн.
Надбавка 5 % до зарплати	Нарахування 5400 x 0,475	2565 грн.
	Всього	7965 грн.
Витрати на ремонт і техобслуговування	Приблизні дані	500 грн.
Амортизаційні відчислення	89648 x 10%	8965
Повні витрати на виробництво	8965+ 7965 + 500	17430
Валовий прибуток	46500- 17430 =	29070
Податок на прибуток	29070x 30%	8721
Нерозподілений прибуток	29070- 8721	20349
Чисті надходження	20349 + 8965	29314

В розрахунку закладено вартість теплового насоса Kronoterm WP4 LF-502 з його доставкою і монтажем - 89648 грн. Амортизаційні відчислення устаткування прийняли 10% . Оскільки тепловий насос працює автоматично і не потребує значних експлуатаційних затрат, то витрати на заробітну плату вибрали близько 5% від заробітної плати оператора мийної машини на дільниці прибирання-мийних робіт. Слід зауважити, що ТН має трьохрічну гарантію на сервісне обслуговування від постачальника. Термін окупності ТН триватиме $89648: 29314 = 3.1$ роки.

4.2 Розрахунок окупності рекуператора

4.2.1 Використання рекуператорів теплоти в системі вентиляції

Рекуператор це сучасний пристрій для забезпечення постійної та енергоефективної вентиляції в закритих приміщеннях. Тепле повітря, що виводиться з приміщення, в теплообміннику віддає більшу частину свого тепла холодному повітрю, що надходить з вулиці (рис. 4.2). Завдяки цьому процесу на вулицю виходить охолоджене повітря, а в приміщення потрапляє свіже нагріте повітря. Коефіцієнт корисної дії сучасних вентиляційних систем з рекуперацією досягає 90% і навіть більше.

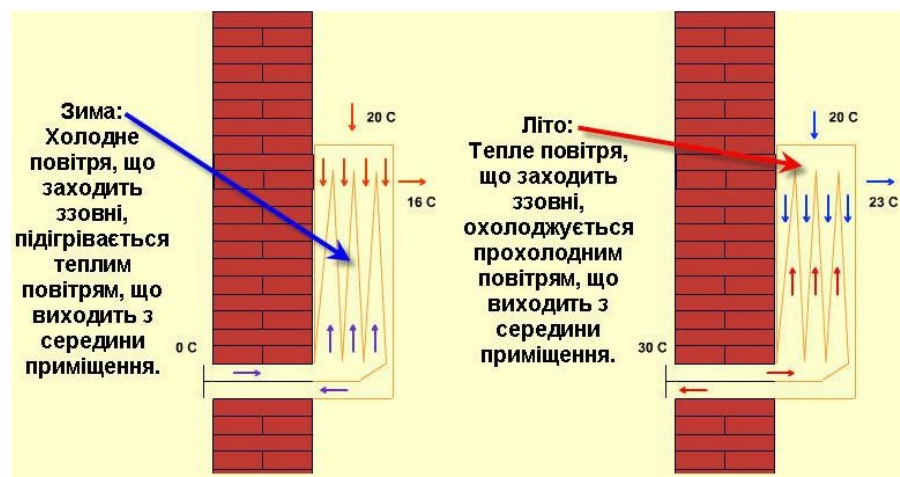


Рисунок 4.2 – Рекуператор теплової енергії

4.2.1 Порівняння результатів розрахунків для традиційної системи та для системи з використанням теплонасосної схеми з рекуператором і рециркуляцією.

Визначимо витрати вентиляційного повітря, кг/год

$$G = \frac{\rho \times V \times K}{3600};$$

де K – кратність повітрообміну, $1/\text{год}^{-1}$;

ρ - густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

V - об'єм приміщення, м^3 .

Кратність повітрообміну розраховується за формулою

$$K = \frac{L}{V};$$

де L - кількість зовнішнього (свіжого) повітря, що подається до приміщень,

$$L = L_i \times n \quad \text{м}^3/\text{год};$$

де L_i - нормована витрата зовнішнього свіжого повітря на одну людину;

n - кількість людей, що одночасно перебуває в даній будівлі.
Об'ємна витрата зовнішнього повітря згідно з нормами вказаними в [32], для приміщення СТО (заняття фізичною діяльністю) на одну людину прийнято 80 м³/год., а приміщення розраховано на 35 чоловік, тобто:

$$L = L_i \times i = 80 \times 35 = 2800 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Тоді кратність повітрообміну рівна

$$K = \frac{L}{V} = \frac{2800}{13650} = 0.205 \text{ год}^{-1}.$$

$$\text{Де } V = 13650 \text{ м}^3$$

Підставимо отримані значення в попередню формулу та отримаємо величину витрати вентиляційного повітря:

$$G = \frac{\rho \times V \times K}{3600} = \frac{1.293 \times 13650 \times 0.205}{3600} = 1.01 \text{ кг/с}$$

Об'ємна втрата становить

$$V_{\text{внт}} = \frac{V \times K}{3600} = \frac{13650 \times 0.205}{3600} = 0.78 \text{ м}^3/\text{с} = 2800 \text{ м}^3 / \text{год}$$

2. Визначимо витрату теплового потоку на вентиляцію

$$Q = m \times C \times (t_2 - t_1) = 1.01 \times 1.005 \times (20 - (-1)) = 21.3 \text{ кВт}$$

де C - питома ізобарна теплоємність повітря, кДж/(кг К);

t_2 - температура повітря в приміщенні, °С;

t_1 - середньорічна температура в сезон опалення, °С [25].

Кількість теплоти, що витрачається на вентиляцію протягом опалювального сезону становить

$$Q_{\text{заг}} = Q \times 24 \times 180 = 21.3 \times 24 \times 180 = 92016 \text{ кВтгод, або } 79.1 \text{ Гкал}$$

$$1 \text{ Гкал} \approx 1163 \text{ кВтгод}$$

Якщо врахувати, що за рахунок рекуператорів можна знизити витрату теплоти на вентиляцію на 30% , то це буде

$$Q_{\text{внт}} = Q_{\text{заг}} \times 0.3 = 79.1 \times 0.3 = 23.73 \text{ Гкал}$$

$$\text{загальною вартістю } 23.73 \text{ Гкал} \times 1684.32 \text{ грн/Гкал} = 39961 \text{ грн}$$

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Додатково слід врахувати зниження витрати електроенергії для кондиціонування повітря в будівлі, оскільки в літку рекуператор працює за зворотною схемою. Відбувається охолодження зовнішнього повітря, що надходить в будівлю, за рахунок повітря, що виходить з будівлі. Різниця в температурах може сягати 10 °С. Якщо припустити, що різниця температур буде 5 °С, а кількість жарких днів, коли необхідно кондиціонування буде 60, то економія буде

$$Q = m \times C \times (t_2 - t_1) \times 24 \times 60 = 1.01 \times 1.005 \times (30 - 25) \times 24 \times 60 = 7272 \text{ кВт-год}$$

Відомо, що кондиціонери для виробництва холоду витрачають в середньому 1 кВт-год електроенергії на 3 кВт-год від'ємної теплоти (холоду). Тому економія витрат на електроенергію буде

$$7272 : 3 \times 5.5 = 13332 \text{ грн}$$

Повна економія коштів від впровадження рекуперації і кондиціонування становить

$$39961 + 13332 = 53293 \text{ грн}$$

4.2.2 Розрахунок терміну окупності рекуператорів системи вентиляції

Для заощадження витрат на теплозабезпечення приміщень СТО пропонується використати рекуператори теплоти для вентиляційної системи. Принцип їх дії описано в попередньому розділі. У сучасних системах вентиляції найчастіше використовують пластинчасті рекуператори, роторні рекуператори, водяні рециркуляційні рекуператори. На основі аналізу існуючих видів рекуператорів, найкращим серед розглянутих видів є пластинчасті рекуператори, оскільки вони відрізняються простотою конструкції та обслуговування і недорогі.

Вибираємо рекуператор з умови необхідної кількості повітря в системі вентиляції. Розрахунок необхідного об'єму повітря для вентиляції визначали в попередньому розділі. Необхідний об'єм повітря для вентиляції становить 2800 м³ год. За цією величиною визначаємо необхідну продуктивність рекуператора з каталогів.

Вибираємо рекуператор Prana 340 (рис. 4.2). Технічні характеристики рекуператора наведені в таблиці 3.3. Для забезпечення необхідного повітряобміну потрібно два рекуператори, вартість яких – 82464 грн [26].

Таблиця 4.3 – Технічна характеристика рекуператора Prana 340

Приплив	до 1100 м ³ /год
Витяжка	до 1020 м ³ /год
Максимальний ККД	78%

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Матеріал теплообмінника	Мідь
Діаметр монтажного отвору	від 350 мм
Споживання енергії	80 - 300 Вт
Довжина робочого модуля	від 850 мм
Режим мінімальний	110 м3/год
Режим пасивної вентиляції	15-30 м3/год
Споживання електроенергії	80-310 Вт
Електроживлення:	АС 230±10%
Сертифікат	Європейський сертифікат якості СЕ

Рекуператор Prana 340 призначений для вентиляції приміщень великої площі або з особливими умовами експлуатації. Надає можливість підключення розгалужених припливних та витяжних каналів, що дозволяє організувати централізовану вентиляцію на комерційних об'єктах різного типу: приміщеннях виробничо-промислового призначення, заводах, торговельних центрах, розважальних комплексах, медичних установах, басейнах, приміщеннях сільськогосподарського сектора тощо.

Модель призначена для централізованої системи вентиляції і виготовляється для встановлення всередині приміщення з наступним підключенням стандартних приточних і витяжних каналів. Тип промислової системи визначає подальші етапи встановлення. Існує три основних варіанти монтажу такого рекуператора: комбінований, стіновий, внутрішній. Вартість рекуператора Prana 340 - 41232 грн. Економія коштів у сумі 53293 грн. Розрахунок терміну окупності впровадження системи рекуперації наведено в таблиці 4.4.

В розрахунку закладено вартість двох рекуператорів – 82464 грн. Витрати на електроенергію розраховуємо з технічної характеристики, відповідно до якої потужність споживання електроенергії рекуператором становить 80-300 Вт.



Рисунок 4.3 – Рекуператор Prana 340

Прийmemo середнє значення 190 Вт. Протягом доби рекуператор буде працювати приблизно 10 годин протягом року – 250 днів. Решту часу система працюватиме в режимі пасивної вентиляції. Отже витрати електроенергії рекуператором становитиме

$$0.16 \times 10 \times 250 \times 5.5 = 2613 \text{ грн,}$$

де 5.5 – це вартість у грн 1 кВт-год електроенергії.

Амортизаційні відчислення устаткування, як і в першому випадку, прийняли 10%. Оскільки рекуператор у вентиляційній

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

системі працює автоматично і не потребує значних експлуатаційних затрат, то витрати на заробітну плату вибрали близько 10% від заробітної плати допоміжного персоналу.

Таблиця 4.4 – План надходжень та витрат

Кошти	Розрахунок, грн	Загальні, грн
Економія коштів	53293	53293
Витрати на електроенергію	0.16 x 10 x 250 x 5.5	2613
Витрати на заробітну плату	6600 грн./місяць x 0.1 x 12	7920
Надбавка 10% до зарплати	Нарахування 7920 x 0,475	3762
	Всього	11682
Витрати на ремонт і техобслуговування	Приблизні дані	800
Амортизаційні відчислення	82464 x 10%	8246
Повні витрати на виробництво	8246+ 11682+ 2613+800	23341
Валовий прибуток	53293- 23341	29952
Податок на прибуток	29952 x 30%	8986
Нерозподілений прибуток	29952- 8986	20966
Чисті надходження	20966+8246	29212

Термін окупності рекуператора буде $82464 : 29212 = 2.8$ роки

Аналіз окупності енергозаощаджуючого обладнання показав перспективність його впровадження. Адже окупність становить менше трьох років. Після цього підприємство буде витрачати менші кошти на електроенергію і теплопостачання. Важливим є також природоохоронний ефект від впровадження теплового насоса і рекуперативної системи вентиляції.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає в себе правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні і інші заходи.

5.1 Безпека під час роботи на прибирально-мийній дільниці

5.1.1 Техніка безпеки під час роботи на прибирально-мийній дільниці досить специфічна і включає ряд суворих правил:

- недопущення можливості контакту з рухомими частинами автомийки працівників, клієнтів і особливо дітей;
- будь-які процедури в процесі миття - початок роботи комплексу, заїзд наступного автомобіля - озвучують сигналом попередження;
- сигнал попередження повинен звучати за 5 секунд до запуску і 5 секунд після запуску;
- слід уважно вивчити керівництво з експлуатації автомийки.

5.1.2 Загальні положення з безпеки праці

1. Усунути будь-які причини виникнення потенційної небезпеки. Якщо є інструмент, матеріали і т. д., що знаходяться в недозволених місцях, необхідно прибрати їх. Витирати всі плями від пролитих рідин.

2. Необхідно вчитися працювати в безпечних умовах. Розраховувати кожний свій крок перед початком будь-якої операції. Знаходити небезпечні моменти і усувати їх. Консультуватися зі старшим зміни або менеджером, якщо є сумнів в правильності використання того або іншого устаткування.

3. Повідомляти про виникнення будь-яких небезпечних ситуацій або умов безпосередньому керівнику. Інциденти, які потенційно могли б привести до нещасного випадку, повинні бути негайно повідомлені з метою їх недопущення в майбутньому.

4. Дотримуватись правил перенесення вантажів. Зігнути ноги в колінах і, тримаючи спину прямо, взяти вантаж. Випрямляючись, не згинати спину, тримати вантаж впритул до тіла. Якщо вантаж дуже важкий, необхідно попросити допомоги у колег.

5. Стежити за тим, щоб техніку безпеки дотримував весь робочий персонал. Особливу увагу звертати на нових працівників і на клієнтів.

6. Оглядати всі інструменти і обладнання перед початком використання. Категорично забороняються користування обладнанням або інструментом, якщо є сумніви в його справності.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

7. Стежити, щоб частини одягу працюючого не потрапили у зону, де обертаються механізми. Це може зіпсувати одяг, пошкодити обладнання або заподіяти травму.

8. Використати взуття з неслизькою і маслостійкою підошвою і стальними вставками для захисту пальців від падіння важких предметів.

9. Працювати з електроінструментами в сухих черевиках з електроізоляційною підошвою. Категорично забороняється працювати у вологому одязі.

10. Не можна зберігати бензин і інші легкозаймисті рідини в скляній або пластмасовій тарі. Необхідно використати тільки сертифіковані металеві ємності з відповідними надписами.

11. Категорично заборонено куріння в радіусі 8 метрів від бензонасосів і резервуарів. Треба розмістити попереджувальні написи у відповідних місцях.

12. Заборонено куріння або використання відкритого вогню в місцях зберігання будь-яких вогнєнебезпечних продуктів, там, де велика імовірність освіти вибухонебезпечних парів.

13. Використання бензину, гасу або інших вогнєнебезпечних розчинників для чищення обладнання категорично заборонено. Можна користуватися для цих цілей тільки спеціальними рідинами.

14. Всі масляні і брудні ганчірки, а так само інші непотрібні матеріали повинні зберігатися в металевих контейнерах в закритих приміщеннях. Своєчасно утилізувати такі витратні матеріали.

5.1.3 Перша допомога

1. Про всі пошкодження незалежно від їх складності необхідно повідомляти негайно. Кожний працівник повинен бути добре знайомий як користуватись аптечкою і вміти обробляти рани.

2. Будь-які рани повинен оглянути працівник, навчений наданню першої медичної допомоги.

3. При попаданні в очі миючих речовин необхідно негайно промити зону враження чистою проточною водою. Якщо дискомфорт зберігається необхідно звернутися за кваліфікованою медичною допомогою.

4. При попаданні на шкіру хімікатів необхідно як найшвидше обробити ділянку враження мильною водою.

5. Нещасний випадок з клієнтом і пошкодження його власності

6. Про всі нещасні випадки з клієнтом або пошкодженнях його власності необхідно негайно повідомляти безпосередньо менеджеру або власнику.

5.1.4 Робота з хімічними речовинами

1. Працювати з хімічними речовинами можна тільки в спеціальних захисних комбінезонах. Деякі з хімічних речовин, що використовують на прибиранно-

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

мийній дільниці агресивні і тому не повинні контактувати з поверхнею шкіри і очима. Якщо хімічна речовина все-таки потрапила на поверхню шкіри або в очі, необхідно негайно промити місце поразки проточною водою. Якщо є роздратування навіть після цього, необхідно терміново звернутися до лікаря.

2. При поводженні з такими речовинами, як кислота, каустик, концентрований розчинник, віск і т. д. необхідно одягати гумові захисні рукавиці, черевики і окуляри.

3. Розчиняючи кислоту, повільно змішувати її тільки з холодною водою, щоб під час змішування не почалося різке виділення тепла.

4. Не допускати куріння і використання відкритого вогню поблизу місць зберігання вогнебезпечних продуктів.

5. Ознайомитись з інструкціями застосування хімічних речовин. Використовувати будь-які речовини суворо за інструкцією.

6. Змішувати хімічні речовини відповідно до вказівок виробників.

7. Резервуар для хімічних реагентів потрібно мити чистою проточною водою, після чого тримати щільно закритим, оберігаючи від прямих сонячних променів. Миючу воду утилізувати згідно внутрішнім і екологічним інструкціям.

5.1.5 Робота з апаратами високого тиску

1. Необхідно тримати шланги високого тиску в робочому стані. Невживані шланги повинні бути складені згідно інструкції.

2. Слід стежити за з'єднаннями. При використанні шланг повинен вільно витягуватися, на його шляху не повинно бути гострих предметів.

3. Не використати апарати високого тиску без аварійних клапанів відключення. Ніколи не направляти аплікатор високого тиску на іншого людину.

4. Пістолет може випускати струмінь стислого повітря, тому необхідно тримати його подалі від особи і при використанні надівати захисні окуляри.

5. Працюючи на очищенні за допомогою пари, завжди носити товсті рукавички і маску, це допоможе захиститися від опіків.

6. Ніколи не вичищати ями поодиночі. Використовуйте спеціальний інструмент. Не видаляти матеріал вручну. Уникайте бите скло і гострі металеві предмети.

5.1.6 Ремонт і обслуговування устаткування

1. Обслуговування і ремонтні роботи повинні виконувати працівники з відповідними допусками.

2. Все обладнання повинне бути знеструмлене на час ремонту.

3. Якщо необхідно обслуговування обладнання у включеному стані, працювати повинно не менш двох чоловік.

4. Енергоустаткування може обслуговувати тільки електрик з необхідною групою допуску.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

5. Під час зварювання не працювати в замкненому просторі, де існує можливість концентрації токсичних парів і вибухонебезпечного середовища.

6. Приділяти належну увагу захисту очей під час роботи зі зварюванням. Не працювати з резервуарами, в яких містилися вибухонебезпечні речовини і гази.

Таблиця 5.1 - Характеристика водовикористання і водовідведення СТО

Вироб- ництво	Система водопос- тачання	Середньорічна витрата води, м ³			Кількість вод, що скидаються, м ³			Назва і склад забруднюючих компонентів.
		зво- рот- ньої	свіжої	всього	промис- лової	побуто- вої	всього	
СТО	Центра- лізоване	-	300000	300000	-	200000	200000	Нафтопродукти 15 мг/л Тетраетил- свинець 0,001 мг/л взважені речовини 40 мг/л
	зворотн є	22000 0	-	220000	-	-	-	

5.2 Розрахунок вентиляції мийної дільниці

Розрахунок вентиляції для мийної дільниці проводили відповідно до методики, що наведена в роботі [27]. Розміри дільниці:

- довжина дільниці $A = 9.8$ м
- ширина дільниці $B = 7.3$ м
- висота $= 3$ м
- приміщення з точною роботою і III розрядом зорової роботи.

Індекс приміщення знаходимо за формулою

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (5.1)$$

де A і B відповідно довжина і ширина відділення згідно технологічного розрахунку $A = 9,0$ м, $B = 7,6$ м,

S – площа приміщення, $S = 68,4 \text{ м}^2$;

На дільниці мийних робіт пропонується використати централізовану рекуперативну систему вентиляції. Через відповідні повітропроводи буде забезпечуватись подача свіжого повітря в певні місця і видалення використаного забрудненого повітря (місцева витяжна вентиляція).

Визначимо необхідну витрату повітря для вентиляційної системи мийної дільниці [28]. Для цього потрібно розрахувати три значення повітрообміну:

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

- за кратністю обороту повітря;
- за кількістю людей;
- за вмістом шкідливих речовин.

Після виберемо варіант за більшим значенням з отриманих результатів.
Розрахунок повітрообміну за кількістю людей:

$$L = N \times L_n$$

де L – необхідна продуктивність припливної вентиляції, м³/год;

N – кількість людей;

L_n – норма витрати повітря на 1 людину - в стані спокою – 30 м³ /год; - фізичне навантаження – 80м³ /год

$$L = 3 \times 80 = 240 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунок повітрообміну за кратністю:

$$L = S \times H \times n \quad (5.2),$$

L – необхідна продуктивність припливної вентиляції, м³/год;

S – площа приміщення, м²; H – висота приміщення, м;

n – нормована кратність повітрообміну: - для виробничих приміщень – від 2 до 3;

Розрахунок повітрообміну за надлишком вологи (водяної пари) [29]

$$L = S \times H \times n$$

$$L = \frac{M}{\rho \times (d_{\text{вих}} - d_{\text{вх}})} \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (5.3)$$

де M – надлишок вологи у приміщенні, г/год;

ρ – щільність повітря, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

$d_{\text{вих}}$ – вологовміст повітря, який видаляється з приміщення за межі зони, яка обслуговується або робочої зони, г/кг;

$d_{\text{вх}}$ – вологовміст приточного повітря, г/кг.

$$L = \frac{M}{\rho \times (d_{\text{вих}} - d_{\text{вх}})} = \frac{1548}{1.2(16 - 12)} = 322.5 \text{ м}^3/\text{год}$$

В приміщенні відбувається виділення водяних парів і парів шкідливих речовин миючих засобів і інших хімічних речовин під час миття автомобілів.

Розрахуємо витрату повітря через місцеву вентиляцію за формулою

$$Q_M = 3600 \times V \times F, \quad (5.4)$$

де F – сумарна площа усіх витяжних отворів;

V – швидкість повітря в цих отворах;

Якщо сумарна площа усіх витяжних отворів $F = 0.2 \text{ м}^2$, а швидкість повітря складає $V = 0,4 \text{ м/с}$, тоді

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_M = 3600 \times 0.4 \times 0.2 = 288 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.5)$$

Визначимо кількість парів шкідливої речовини, що видаляється місцевою вентиляцією до граничної концентрації:

$$G_{\text{впр}} = m \times Q_M \times 10^{-3} \text{ кг/год}, \quad (5.6)$$

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» гранична концентрація шкідливих речовин у перерахунку на вуглець складає $m = 300 \text{ мг/м}^3$. Тоді

$$G_{\text{впр}} = 300 \times 10^{-3} \times 288 \times 10^{-3} = 0.0866 \text{ кг/год} \quad (5.7)$$

Визначимо необхідну витрату повітря центральної вентиляції:

$$Q_{\text{впр}} = \frac{G_{\text{впр}} \times 1000}{m_{\text{зр}} - m_{\text{нр}}} \text{ м}^3/\text{год}$$

де $m_{\text{нр}}$ - концентрація шкідливих речовин, що потрапляє до приміщення з приточним повітрям, мг/м^3

$m_{\text{зр}} = 0$, оскільки з приточним повітрям шкідливі речовини не надходять.

Тоді

$$Q_{\text{впр}} = \frac{0.0866 \times 1000}{(300 - 0) \times 10^{-3}} = 288 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже для забезпечення необхідних безпечних умов для праці в даному приміщенні з умови присутності шкідливих речовин і вологості необхідно, щоб загальна вентиляція забезпечувала витрату повітря не менше $300 \text{ м}^3/\text{год}$

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.3.1 Загальні положення

На території СТО «CAR FIX» встановлено режим підвищеної готовності у зв'язку з війною. Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій. За невиконання вимог Інструкції персонал підприємства буде притягатися до адміністративної відповідальності.

Слід пам'ятати, що на території підприємства є ділянки підвищеної пожежної небезпеки. Поблизу території СТО протікає річка, що може створити стан виникнення надзвичайної ситуацій, пов'язаної з руйнуванням від паводків.

5.3.2 Порядок оповіщення адміністрації та персоналу про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Оповіщення адміністрації, робітників та службовців підприємства щодо надзвичайних ситуацій проводиться за заздалегідь розробленою схемою [30]. Обов'язково вказується відповідальний виконавець. Залежно від обстановки оповіщається персонал. У разі повітряної тривоги оповіщення відбувається загальною міською сиреною. У робочий час персонал підприємств оповіщається про надзвичайну ситуацію виробничими гудками.

При отриманні інформації про надзвичайну подію вмикають сирени, , що буде означати подання попереджувального сигналу «Увага всім», після чого негайно приводяться у готовність радіо- та телеприймачі для прийняття повідомлення.

5.3.3 Порядок укриття персоналу в захисних спорудах цивільного захисту.

На випадок виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної із загрозою або початком забруднення повітря хімічно небезпечною чи радіоактивною речовиною всі працівники підприємства підлягають укриттю в захисній споруді цивільного захисту.

Для термінового укриття працівників у разі забруднення хімічно небезпечною речовиною використовуються герметичні приміщення (вказується адреса), забезпечується перебування у них без подачі повітря протягом 72 годин.

При отриманні інформації про радіоактивну небезпеку працівники укриваються в приміщенні, яке забезпечує захист осіб, що переховуються від ураження іонізуючим випромінюванням при радіоактивному зараженні.

5.3.4 Порядок видачі персоналу засобів індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту видаються після отримання відповідного розпорядження або за рішенням керівника підприємства в адміністративному приміщенні. Працівники, які отримали такі засоби, повинні перевірити їх стан, провести підбір та мати постійно при собі або на робочому місті. Протигази переводяться у бойовий стан за командою або самостійно, при наявності небезпеки забруднення повітря.

5.3.5 Додержання протиепідемічних заходів при загрозі розповсюдження небезпечних інфекційних захворювань

Якщо на території підприємства або поблизу нього виникла небезпека розповсюдження особливо небезпечних інфекційних захворювань, усі працівники повинні суворо виконувати вимоги санітарно-епідеміологічної служби щодо проведення термінової профілактики та імунізації, ізоляції та лікування виявлених хворих, дотримуватися режиму із запобігання розповсюдженню інфекції. За необхідності працівники, які прибули на роботу, повинні проходити санітарну обробку в санітарно побутовому приміщенні, дезінфекцію або міняти одяг, а водії транспортних засобів — здійснювати спеціальну обробку автотранспорту на

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

території СТО, а також виконувати інші вимоги та заходи, які перешкоджають розповсюдженню особливо небезпечних інфекційних захворювань.

5.3.5 Особливості дій працівників при деяких надзвичайних ситуаціях

При загрозі хімічного ураження оповіщаються всі працівники та відвідувачі, які знаходяться на території підприємства. Вентиляційні установки та кондиціонери терміново виключаються, закриваються вікна, двері, квартирки, приміщення герметизуються. Вихід із будівлі й вхід до неї припиняється до особливого розпорядження адміністрації.

Працівникам видаються засоби індивідуального захисту, одночасно вживаються заходи із забезпечення відвідувачів ватно-марлевими пов'язками. При виявленні у приміщенні, де укриваються працівники, хімічно небезпечної речовини працівники повинні залишити зону забруднення. Виходити із зони необхідно тільки у засобах індивідуального захисту та рухатися в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру.

При виникненні пожежі на підприємстві всі працівники зобов'язані суворо виконувати вимоги Інструкції з пожежної безпеки, евакуацію проводити згідно з Планом евакуації. Відповідальність за дотримання заходів пожежної безпеки та організацію дій персоналу під час загрози або виникненні пожежі покладається на головного механіка.

Директор організовує на території підприємства контроль за радіаційною обстановкою за допомогою побутового та постійно організується облік доз опромінювання та інформує про результати вимірювань адміністрацію підприємства, управління з питань надзвичайних ситуацій. При загрозі або виникненні катастрофічних стихійних лихах начальник відділу з продажу повинен зупинити виробництво, виконати необхідні протипожежні заходи, відключити від електромережі електрообладнання, підготуватися до евакуації або вивезення до безпечного місця найбільш цінних матеріальних засобів.

Якщо з'явилися постраждалі, їм надається перша медична допомога із залученням санітарних дружин або постів підприємства, вживаються заходи з госпіталізації постраждалих до медичних закладів. Працівник менеджер з продаж постійно слідкує за інформацією, яку надає управління з питань надзвичайних ситуацій, про обстановку в місті та доводить її до адміністрації й персоналу підприємства.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

ВИСНОВКИ

Основні результати, що отримані в процесі досліджень, полягають у наступному.

В цілях підвищення енергоефективності, зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище та зниження собівартості технічного обслуговування на підприємстві «CAR FIX» пропонується запровадити автоматизовану мийку з використанням енергозаощаджуючих технологій.

Наведено загальну характеристику підприємства СТО «CAR FIX», виконано технологічний розрахунок. Проаналізовано основні види забруднень автомобілів. Розглянуто технології струменевого та струменево-щіткового миття автомобілів. Досліджено пересувні шлангові мийки та обладнання для ручного миття автомобілів. Розроблена удосконалена технологія миття автомобілів.

В розділі інноваційна частина запропоновано використати тепловий насос для приготування гарячої води для дільниці мийних робіт, а також для санітарно побутових потреб СТО. Крім цього, пропонується удосконалення системи вентиляції і кондиціонування з впровадженням рекуператора теплової енергії. Планується, що тепловий насос буде житись низькопотенціальною тепловою енергією з приміщень, які потребують кондиціонування влітку. Взимку це живлення буде забезпечуватись викидами повітря з рекуператора. Додатково рекуператор знижуватиме температуру повітря, що заходить у приміщення влітку і підвищуватиме температуру повітря, що надходить ззовні.

В результаті сумісної дії теплового насоса і рекуператора знизяться затрати на кондиціонування влітку і витрати на опалення взимку. Застосування теплового насоса для приготування гарячої води значно знизить (у 3-4 рази) споживання електроенергії.

					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Список використаної літератури

1. Як енергетична криза може заволодіти світом.
URL: <https://mind.ua/publications/20244524-yak-energetichna-kriza-mozhe-zavoloditi-svitom>
2. S. Boehler-Baedeker, Hueging H. Urban Transport and Energy Efficiency// Eschborn, Germany, 2012
URL: https://energypedia.info/wiki/Urban_Transport_and_Energy_Efficiency
3. The Global Competitiveness Report 2019./Geneva: World Economic Forum, 2019. 648 p. URL: <https://www.weforum.org/>
4. Макаров В.А., Макарова Т.В. Поліпшення функціонування автотранспортної системи регіону в умовах повороту розвитку транспорту.
URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wpcontent/uploads/2020/11/51.pdf>
5. Дикун Т. В., Проданова І. І., Данилейчук Р. Б. Д-45 Станції технічного обслуговування автомобілів: методичні вказівки для виконання економічної частини дипломних проектів. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ.
6. Теплові насоси замість російського газу. За матеріалами Євгена Лопушинського. 16.01.2009/ Джерело: Екопортал Львів. Інтернет джерело. <http://ecoclub.kiev.ua/index.php?go=News&in=view&id=538>
7. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. К. : ТОВ «ВіолПринт», 2008. – 55 с. 39. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А. К. Шидловського – К. : Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.
8. Глобальна революція (огляд розвитку відновлюваної енергетики в світі) // Енергетика та електроніка, № 1 від 10.01.2007 р., № 2 від 17.01.2007 р.
9. Огляд європейського ринку теплових насосів типу повітря-вода.
<https://leacond.com.ua/novini-i-publikatsii/novini-industrii/oglyad-vropeyskogo-rinku-teplovikh-nasosiv-tipu-povitrya-voda.html>
10. Сфери застосування теплових насосів
<https://www.atmosfera.ua/uk/teplovi-nasosi/sferi-zastosuvannya-teplovix-nasosiv/>.
11. Інтернет джерело. Heat Pump Centre. <http://www.heatpumpcentre.org/>
12. <https://centrere.com.ua/2021/05/20/heat-pumps/>
13. Впровадження теплового насоса Hitachi Yutaki в систему сонячних батарей
<https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/vprovadzhennya-teplovogo-nasosa-hitachi-yutaki-v-si.html>
14. Поєднання теплового насоса з фотовольтаїкою
<https://www.heizsparer.de/heizung/heizungssysteme/waermepumpe/waermepumpe-mit-photovoltaik-kombinieren>
15. <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/heizen-und-warmwasser/waermepumpe-alles-was-sie-wissen-muessen-im-ueberblick-5439>

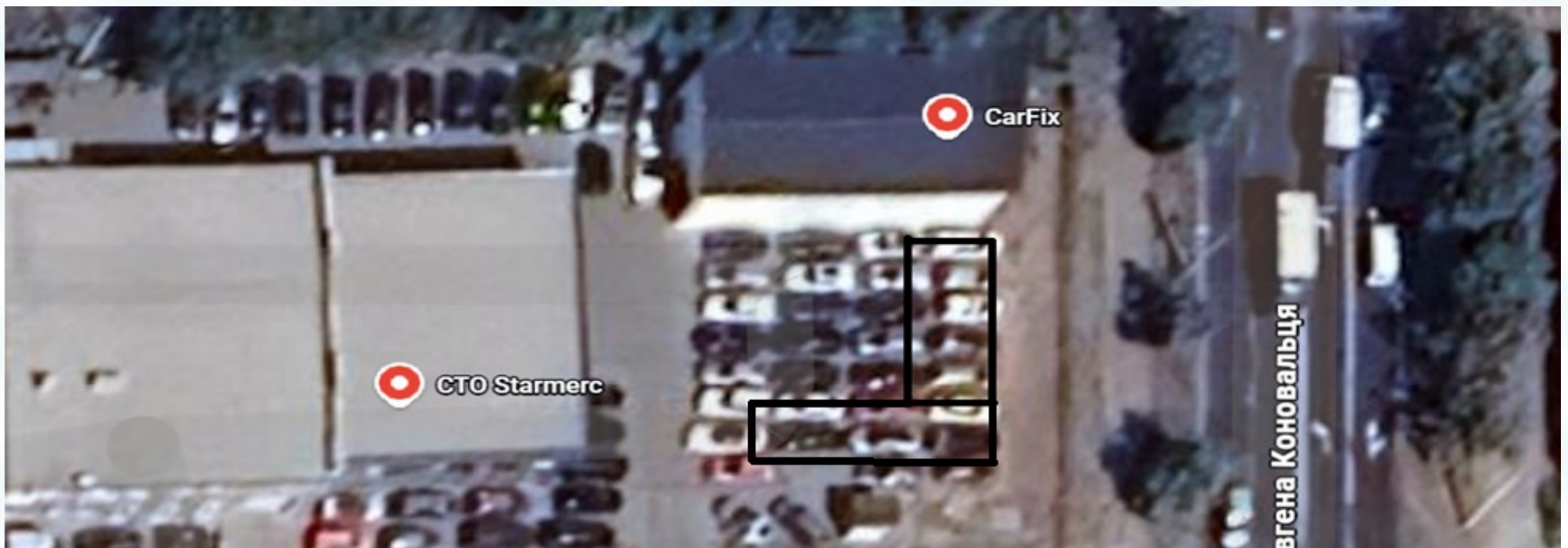
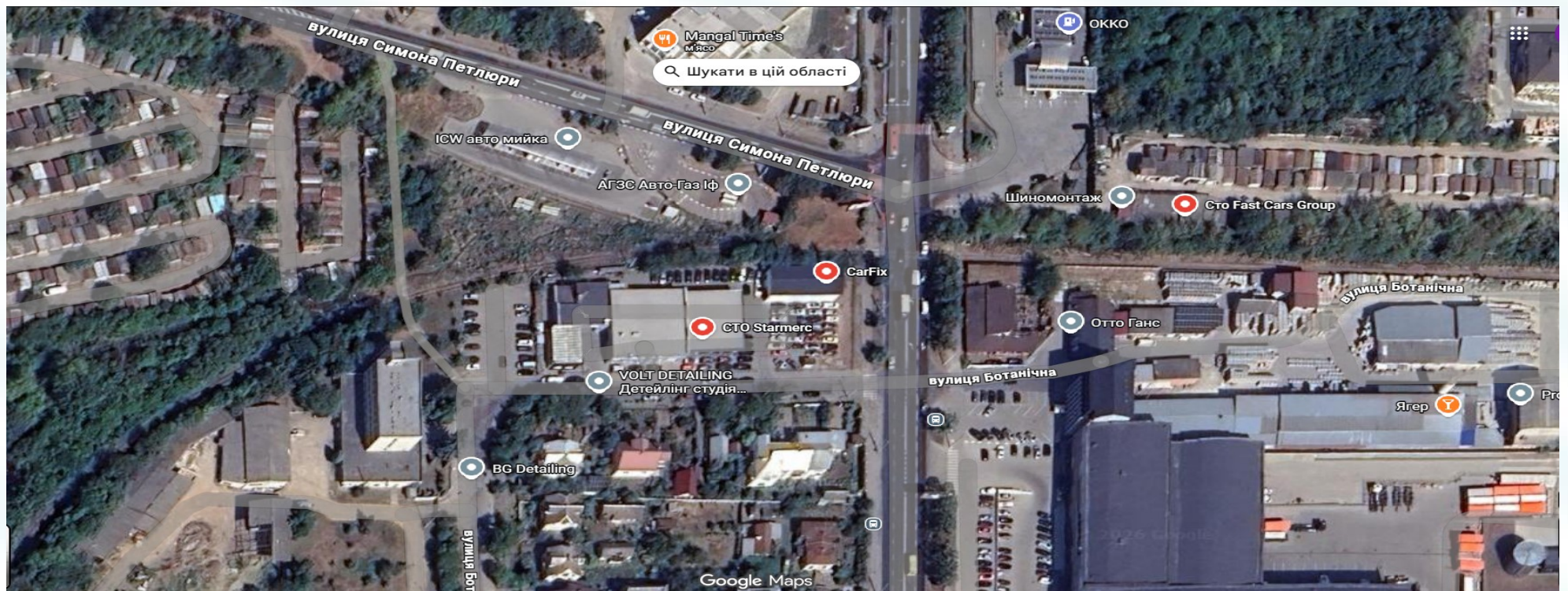
					БР.АТ-77.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

16. Фанкойли <https://mycond-heatpump.com.ua/fankoyly/>
17. Системи вентиляції
<https://pp-budpostach.com.ua/ua/a106937-teploteri-doma.html>
18. Шовкоплас С., Борщ В. Вентиляція з рекуперацією – важлива складова сучасного будинку
<https://aw-therm.com.ua/sistemi-ventilyacii-z-rekuperaciyeyu/>
19. Ливчак І.Ф. Регульована вентиляція багатоповерхових житлових будинків/
20. Ливчак І. Ф., Наумов А. Л.//АВОК – 2004. – № 5. – С. 8-12. 4. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія/В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 347 с.
21. Тепловий насос Kronoterm WP4 LF-502 <https://comfortsellers.com.ua/teplovyy-nasos-kronoterm-wp4-lf-502-dlya-velykykh-potreb-hvp/>
22. Дані середньої температури за місяць <https://teplo.org.ua/news/dani-serednoyi-temperaturi-za-misyac-u-opalyuvalnomu-periodi-2018-2019-ta-koeficiyentu-vidhileniya-faktichnoyi-temperaturi-povitrya-za-misyac-ta-kilkosti-dib-nadannya-poslugi-co>
23. Рекуператор Prana 340 <https://project-service.com.ua/ua/p736378504-promyshlennaya-ventilyatsii-rekuperatsiej.html>
24. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/32062/1/Sorokina_magistr.pdf
25. Вентиляція і кондиціонування повітря. – Режим доступу: <https://buklib.net/books/35231/>.
26. URL:
<https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/47709/1/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8F%20%D0%BF%D0%B4%D1%84.pdf>
27. URL:<https://oppb.com.ua/content/yak-diyati-personalu-pidpriemstva-v-nadzvichayniy-situaciyi>

Тема бакалаврської роботи:

**«Підвищення ефективності
дільниці мийно-прибіральних
робіт СТО «CAR FIX»**

Свереда Віталій Володимирович



Основні параметри забруднень	Дорожні і виробничі відкладення, залишки експлуатаційних матеріалів, продукти складних фізико-хімічних перетворень											
	Пило-дринні	Залишки первинного бетону, асфальт, цемент і т. ін.	Залишки олиї, асфальт	Залишки транс-нісінних олиї і мастильних матеріалів	Залишки пластичних мастильних матеріалів	Залишки консервувальних мастильних матеріалів	Оливо-дринні	Асфальто-стигності відкладення, лакофарбні плівки	Виробничі відкладення, напір	Напір	Продукти корозії	Старі лакофарбні покриття
Група забруднень	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Площа забруднення % від загальної площі автомобіля	5-10 5-12	- До 15	12-24 10-15	- 10-25	- 6-10	- До 6	75-80 55-60	30-40 -	2-3 -	10-15 -	2-3 -	20-25 До 85
Товщина шару забруднень, мм	0,5-10	До 60	0,5-10	0,1-10	0,1-12	0,1-2,0	0,5-15	0,5-5	0,3-8	1-5	0,1-0,3	0,1-15
Маса забруднень, кг на відмітках на автомобілях	0,2-10 5-20	- 4-50	До 3 До 3	- 3-4	- До 4	До 1 10-20	15-25 3-12	0,2-0,3 -	0,1-0,2 -	0,1-1,3 -	0,1-0,3 0,1-0,8	0,4-0,6 До 5
Адгезія до металевої поверхні, кгс/см ²	0,05-0,2	0,5-20	0,5-3	0,1-10	-	-	0,1-15	3-60	5-70	100-200	-	50-300
Поверхнева густина, кг/м ²	1400-2400	1200-2400	900-950	900-950	-	-	1100-1800	950-1100	1050-1200	2300-2600	1500-2500	1000-1400
Склад, %	Мінеральні частинки розміром: 0,002±0,011 мм-10±2,0; 0,01±0,05 мм-25±3,0; 0,05±0,25 мм-50±6,0	Бетон, асфальт, цемент і т. ін.	Олиї 50-80 Вода 5-35 Пилова 1-7 Окислоти 2-15 асфальтени 0,1-15 Карбони і карбідні 2-10 Механічні частинки до 5	-	-	-	Органічні речовини 45-50 Мінеральні речовини 40-45 Вода 5-10 Окислоти 0,1-5	Смоли 18-30 Окислоти 5-6 Асфальтени 5-7 карбони і карбідні 12-18 Мінеральні частинки до 40	Смоли 10-15 Окислоти 8-30 Асфальтени 7-8 карбони і карбідні 45-65 Мінеральні частинки до 32	SiO ₂ 10-10 CaO 3-48 MgO 0,5-60 Fe ₂ O ₃ 5-77 Al ₂ O ₃ 3-15 SO ₃ 18-10	Суміш FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , Al ₂ O ₃ і т.	-

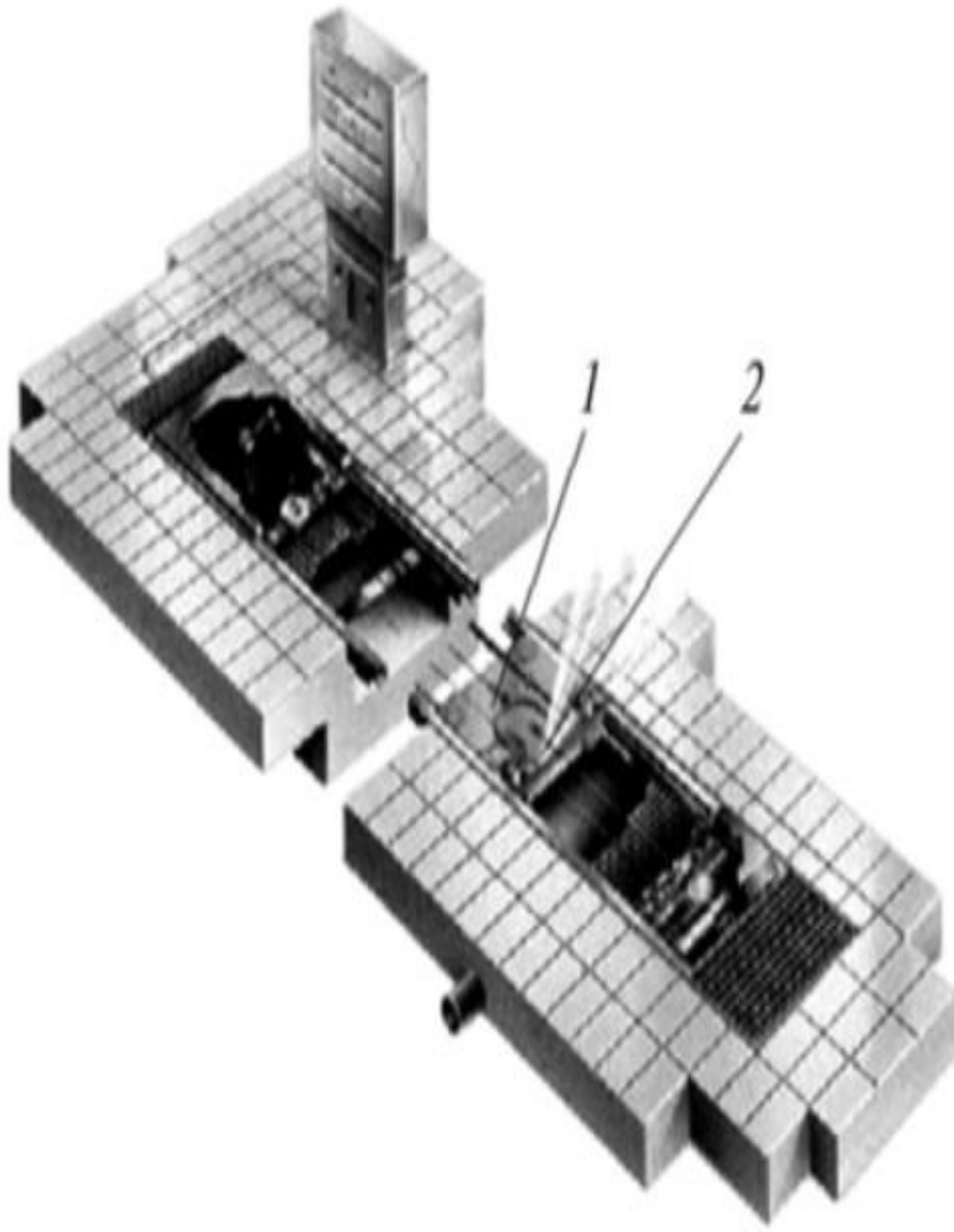


Рисунок 1 – Установка миття днища
1 - платформа; 2 - форсунки

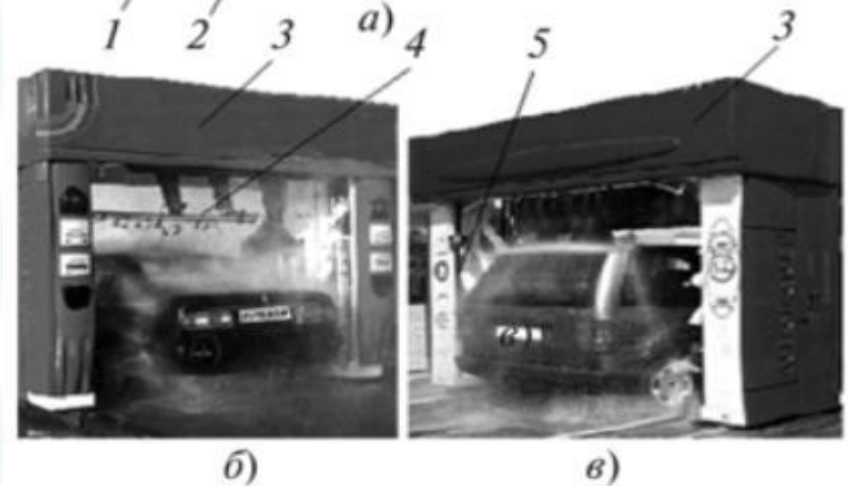


Рисунок 2– Портальні безконтактні автомобільні мийки для автомобілів малої вантажопідйомності: а - з вертикальною мийною балкою; б, в - з горизонтальною мийною балкою та бічними мийними блоками; 1 - вертикальна мийна балка; 2 - соплові блоки; 3 - портал; 4 - горизонтальна мийна балка; 5 - одинарні блоки



Рисунок 1 – Типові представники ручних мийок високого тиску: а – Poseidon 8-11 фірми Nilfisk-avto; б - HD 9/19 MX фірми Karcher; в - Therm СЛ 12/150 фірми Kranzle; г - KRP 130.170 PL фірми Portotecnica; д - Tequendana фірми Ghibli; е - Ontario 1515 XR фірми Lavorwash; ж - TX 10/130 фірми Delvir

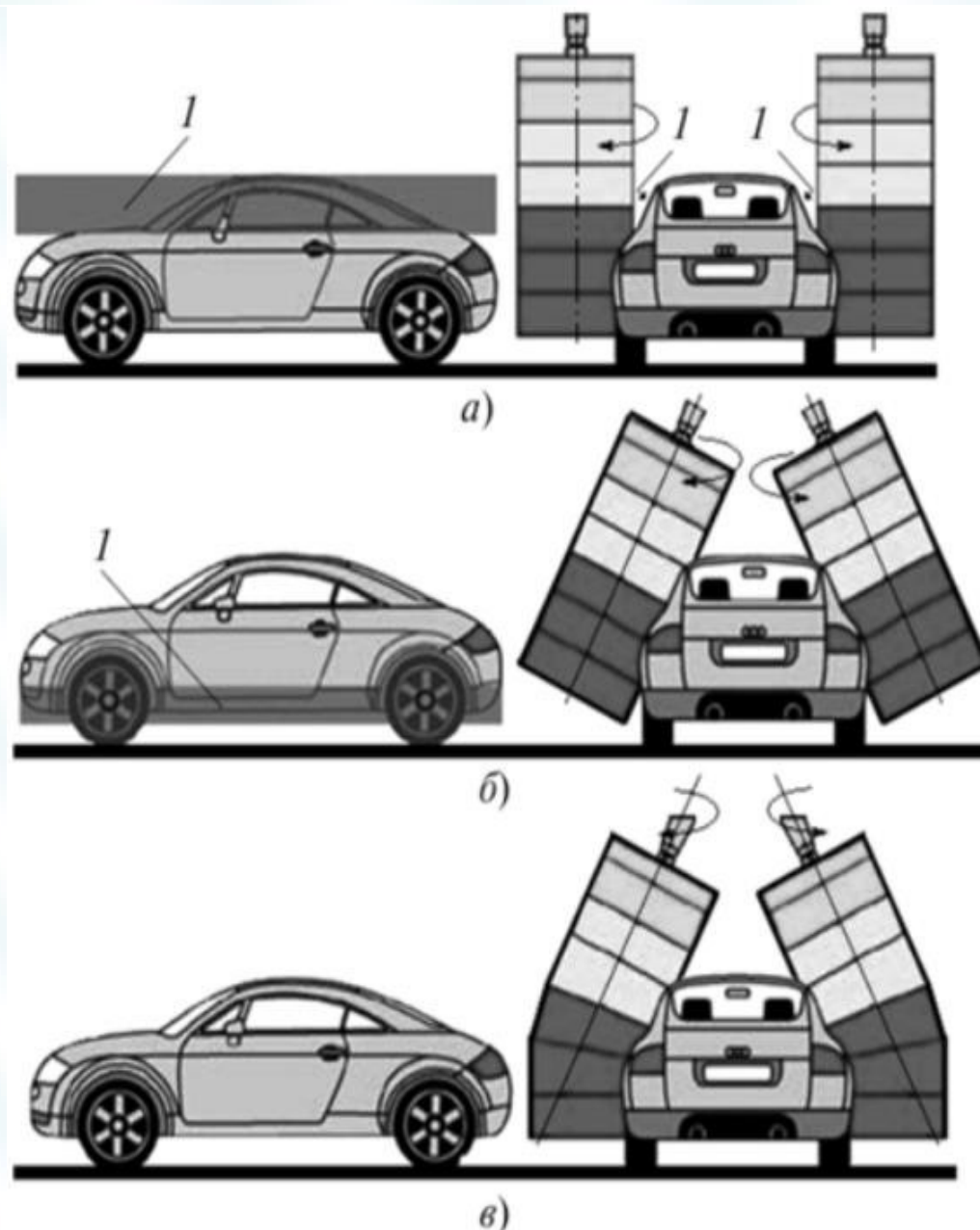
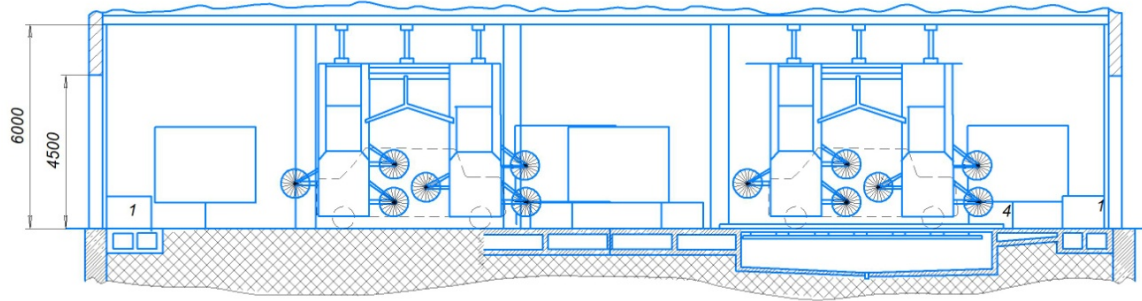
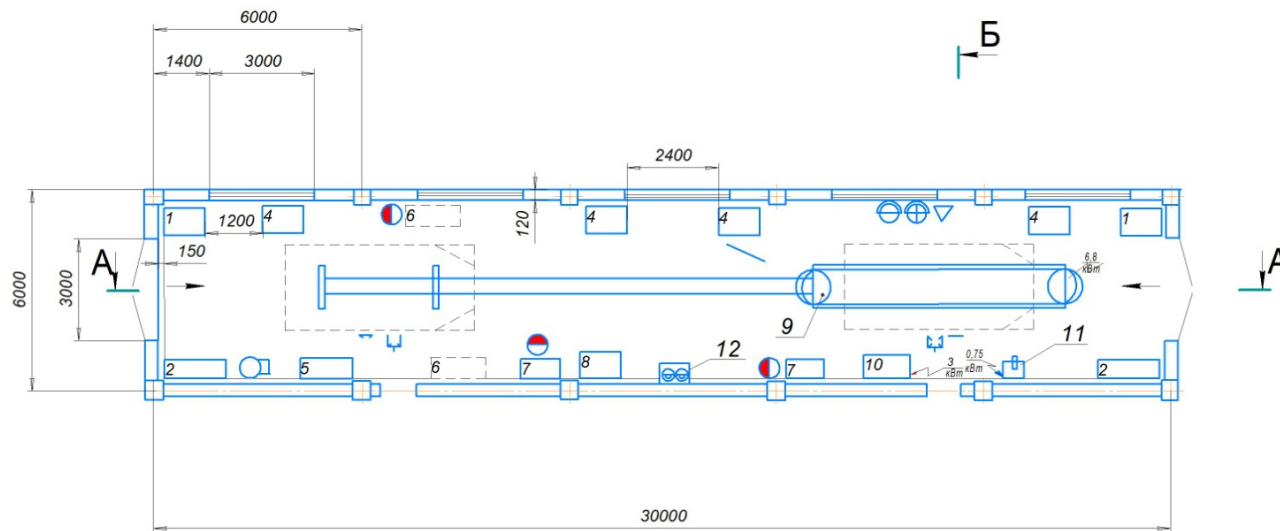
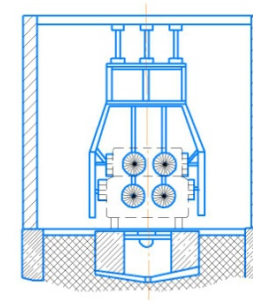


Рисунок 2 – Системи щіток: а – прямі (класичні); б — щітки, що «хитаються»; в – шарнірні щітки; 1- зона кузова автомобіля, яка не буде вимита

А-А



Б-Б



Умовні позначення

-  - робоче місце
-  - підвід холодної води і відвід в каналізацію
-  - підвід гарячої води і відвід в каналізацію
-  - підвід стиснутого повітря
-  - місцева вентиляція
-  1,2 кВт - споживач електроенергії

Поз.	Назва посту
I	Пост механізованої мийки
II	Пост механізованої мийки з системою очищення води

N	Назва	Модель	Технічна характеристика	Габаритні розміри, мм	Кількість	Площа, м ²
1	Контейнер	власне виготовлення	Пересувний, маса 10 кг	1200x1000	4	1,2 4,8
2	Шафи для інструменту	Арктика 202A	Пересувна, маса 45 кг	1800x640	4	1,152 4,608
3	Компресор	AB1020A	Пересувний, U=220В, I=5A	800x480	2	0,384 0,768
4	Сирини для обмивання матеріалів	власне виготовлення	Пересувна, маса 8 кг	1200x800	8	0,96 3,84
5	Пересувна установка антикорозійної обробки	Арктика 360A	Пересувна, маса 40 кг	1600x640	2	1,024 2,048
6	Пересувний стелаж	ОРГ 1454-07-200АП	Пересувний, маса 35 кг	1600x600	4	0,96 3,84
7	Стелаж для інструменту	ОРГ 1240 02-420A	Стационарний, маса 50 кг	1200x600	4	0,72 2,88
8	Порошок для прибирання салонів	ПП-42A	Пересувний, маса 8 кг	200x800	2	0,96 1,92
9	Мийна установка	М206С	Стационарний, П=30-40 авто/год	5600x4200	1	23,52 23,52
10	Пульт управління	Анікс 60A	Стационарний, U=220В	1200x600	1	0,72 1,44
11	Барaban з самонамотуючим шлангом	Б-1000A	Стационарний, L=20 м, N=7,5 Вт	400x400	2	0,16 0,32
12	Умивальник	ОРГ-400-500A	Стационарний	600x600	2	0,48 0,96

БР.АТ-77.00.00.000 ТП			
Зм. Арх.	№ докум.	Підпис	Дата
Креслю	Сверєда В.		
Перев.	Криштопа С.		
Т. контр.			
Н. контр.	Криштопа С.		
Валеро	Гриш М.М.		
Лінія механізованої мийки			Пітера Маса Масшт
			у 1:25
			Архив Архив
			ІФНТУНГ
			АТ-22-2

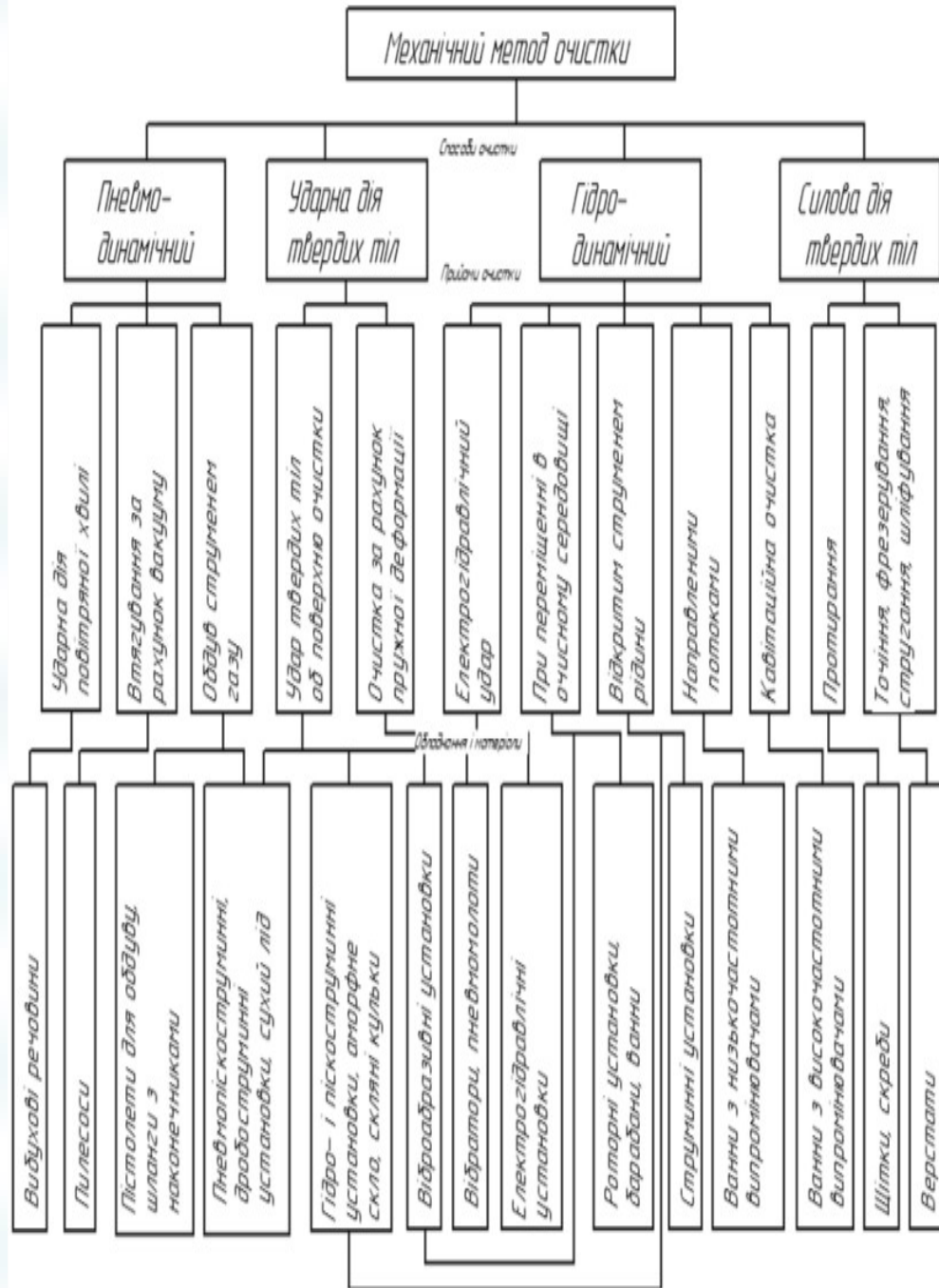


Рисунок 1 – Способи і прийоми механічного методу очистки

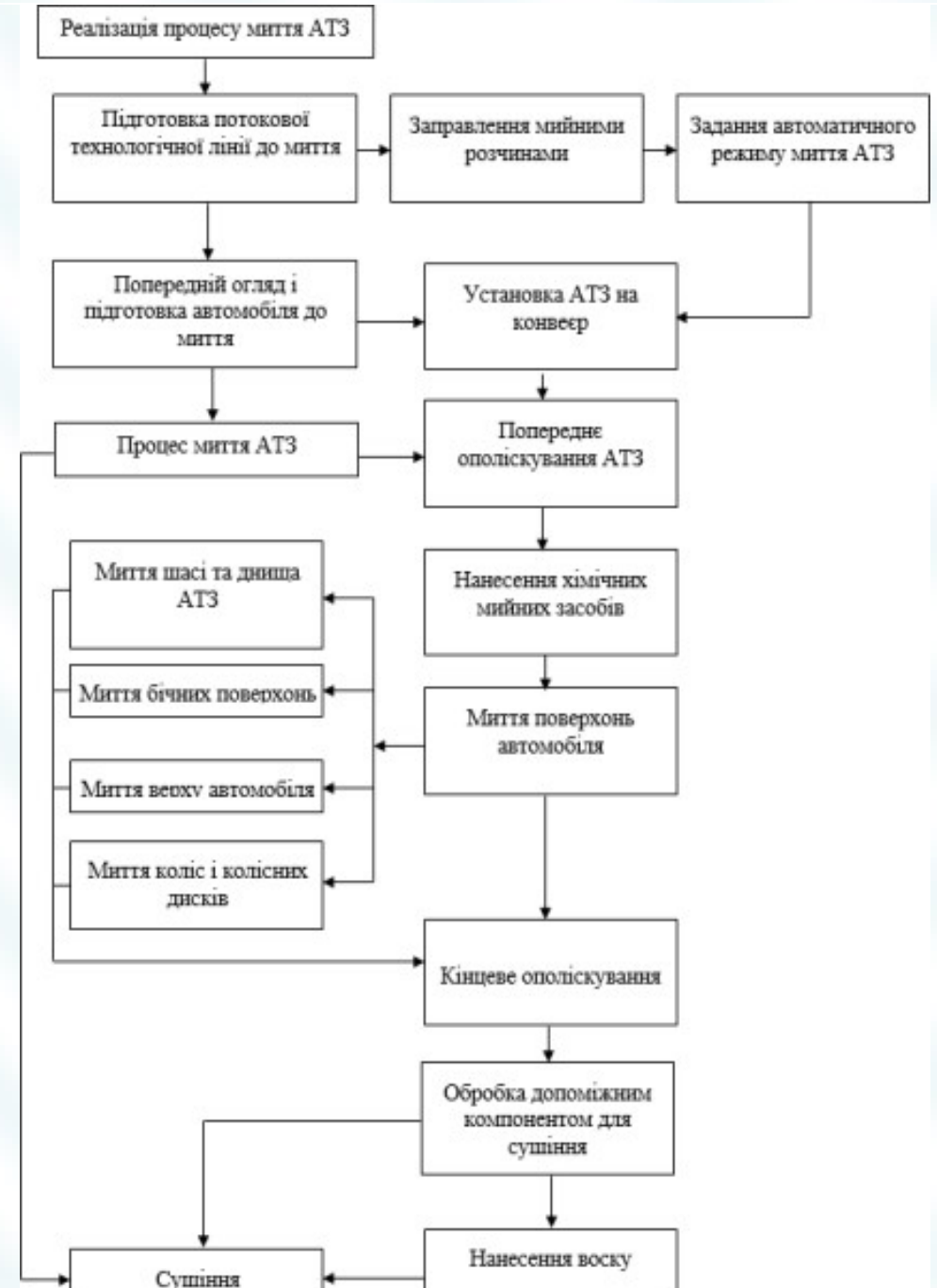
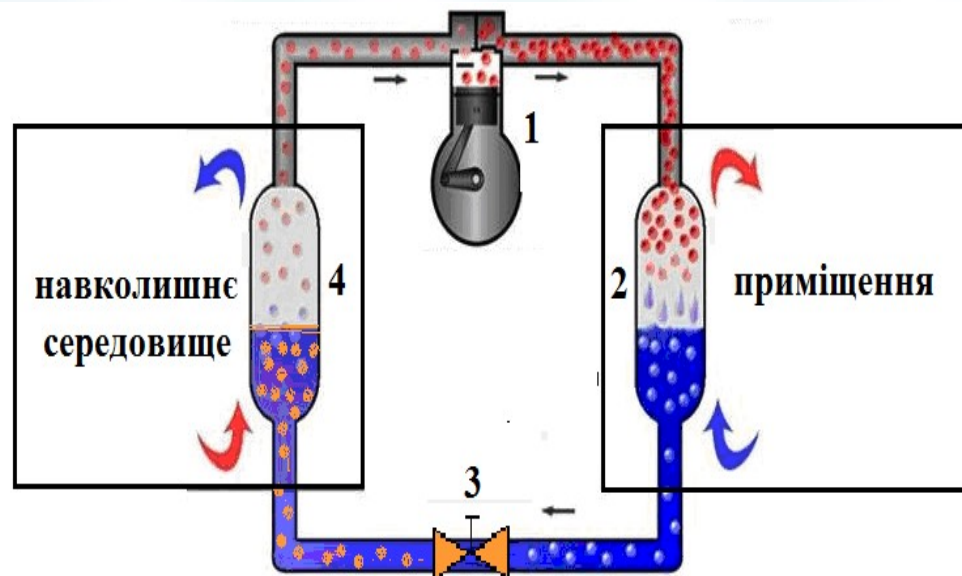


Рисунок 2 – Розроблена технологія миття автомобіля



Компресор – 1; конденсатора 2; дросельний вентиль – 3; випаровувач – 4

Рисунок 1 – Тепловий насос з механічним приводом

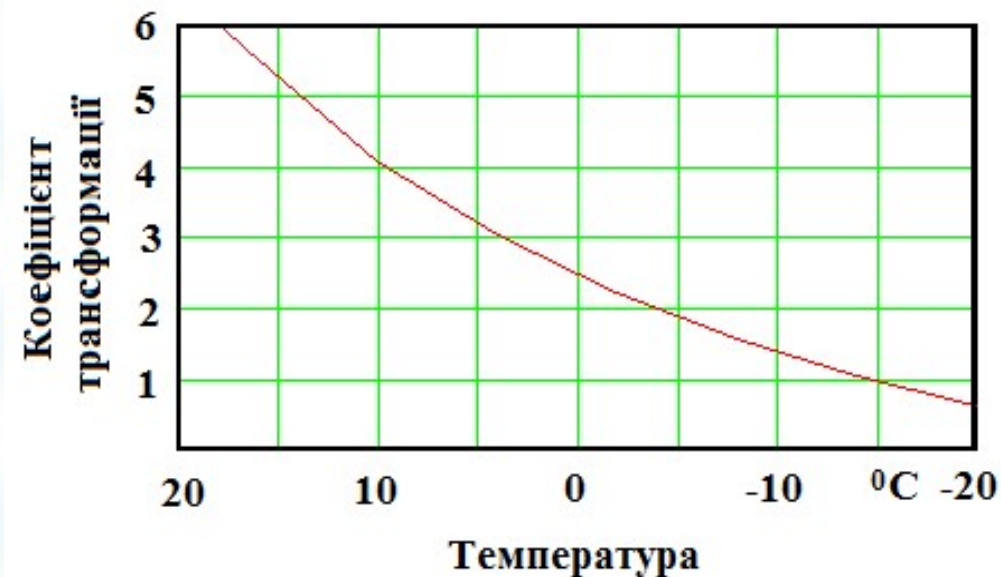


Рисунок 3 – Залежність ефективності теплового насоса від температури навколишнього середовища

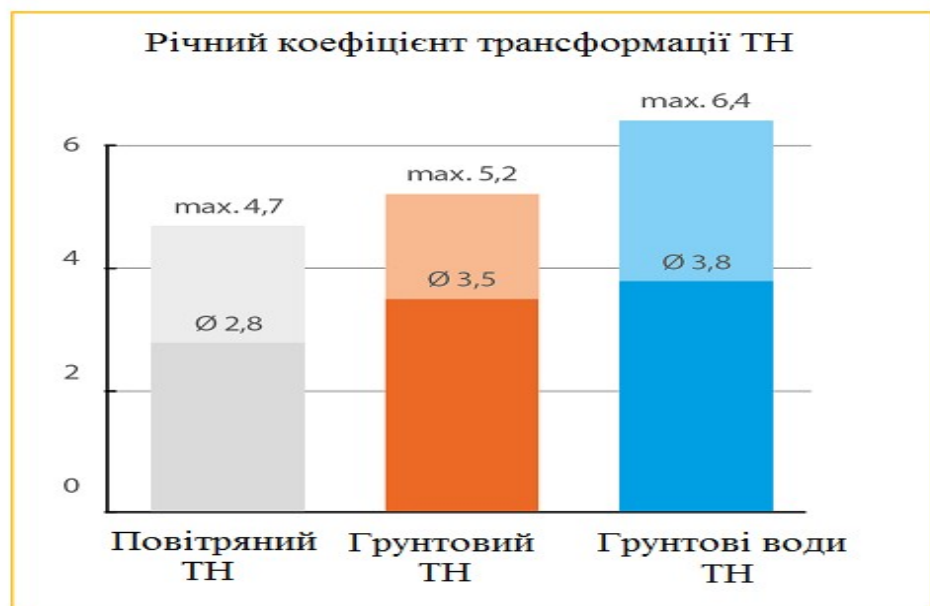


Рисунок 2 – Максимальні значення коефіцієнт трансформації для різних типів теплових насосів

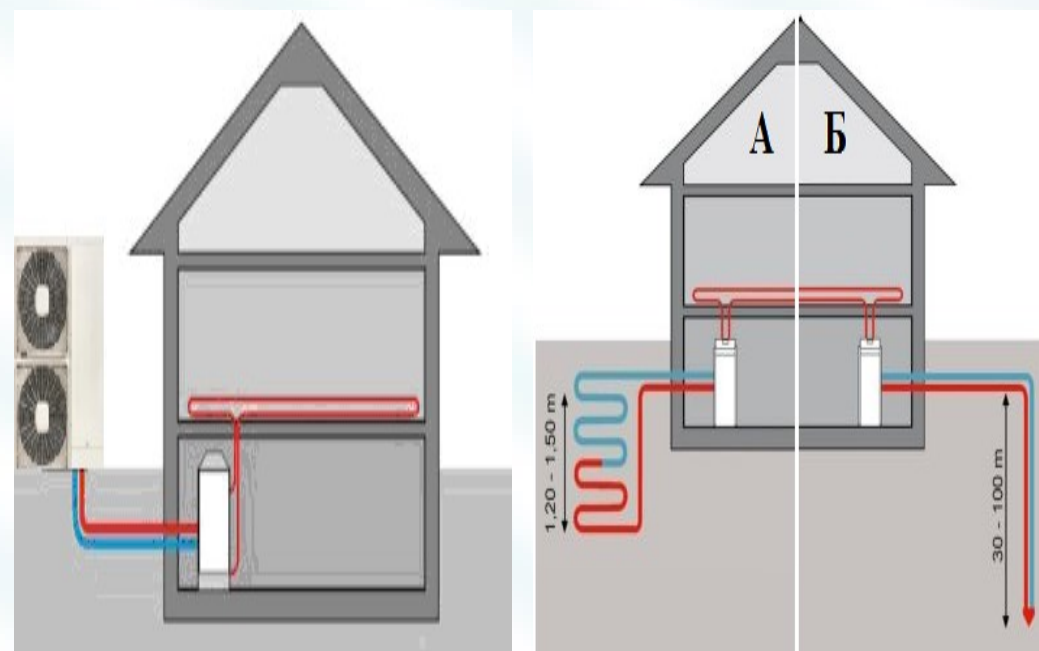


Рисунок 4 – Повітряний та ґрунтовий теплові насоси

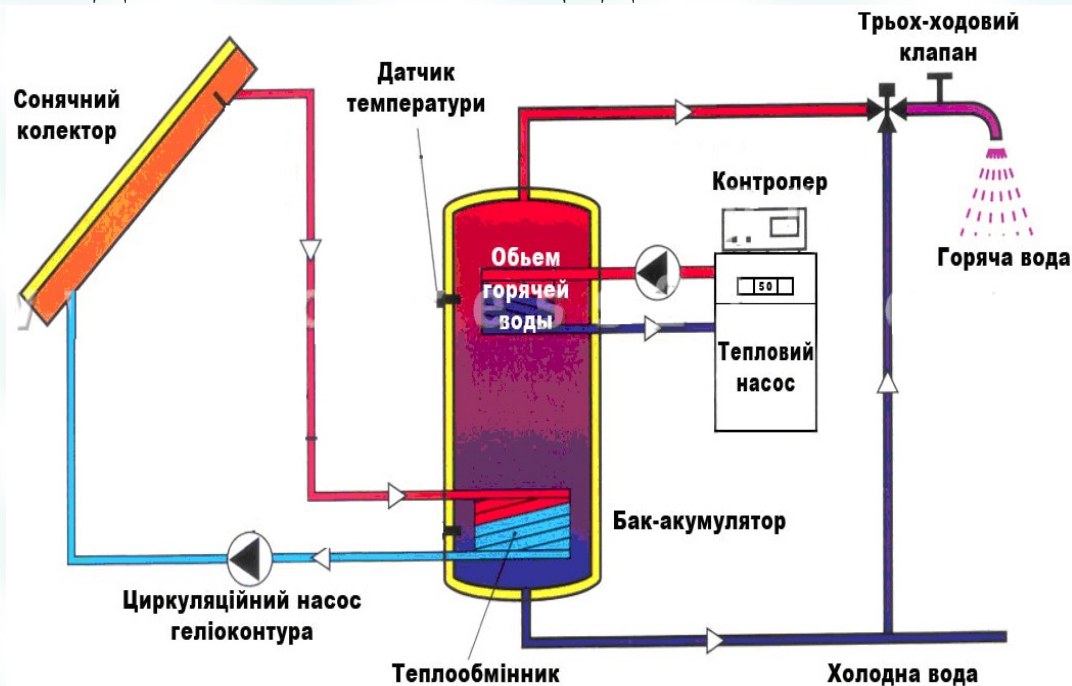
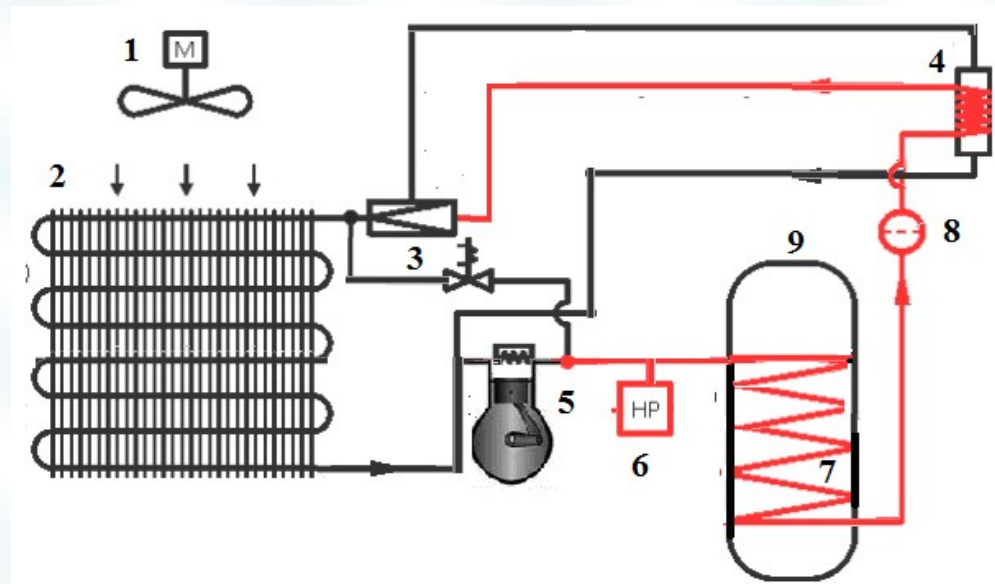


Рисунок 1 - Поєднання теплового насосу з сонячним колектором



1 – вентилятор; 2 – теплообмінник (випарник); 3 – розширювальний клапан; 4 – проміжний теплообмінник; 5 – компресор; 6 – реле тиску; 7 – конденсатор (змійовик); 8 – фільтр; 9 - резервуар.

Рисунок 3 – Схема теплового насосу для нагрівання води

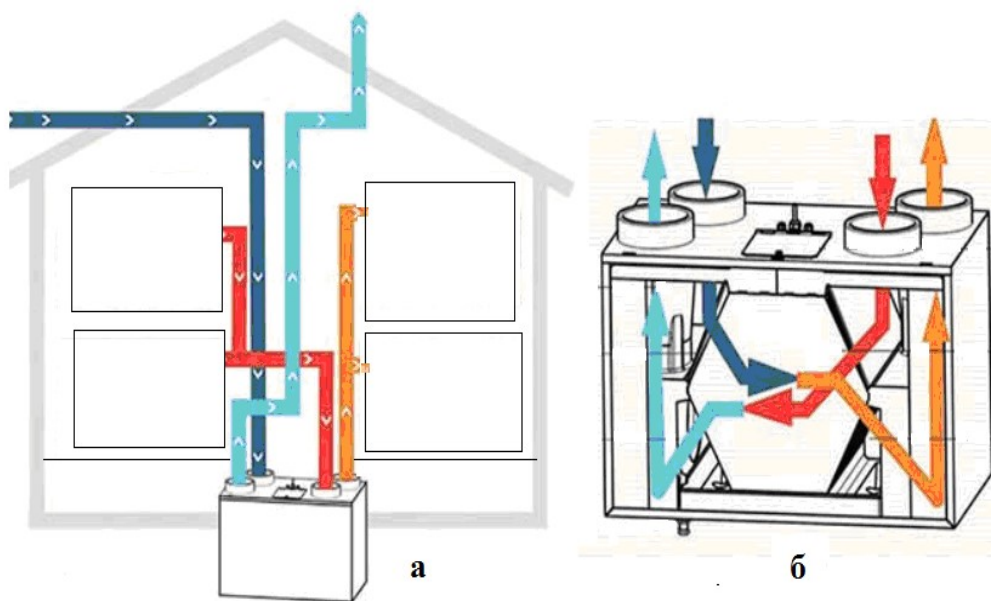


Рисунок 2 - Принцип роботи централізованої системи вентиляції з рекуперацією тепла



Рисунок 4 – Настінний фанкойл (а) і підлоговий фанкойл (б)



Рисунок 1 – Щіткове портальне миття:
1 - портал; 2 – горизонтальна щітка; 3 – вертикальна щітка; 4 – рейки

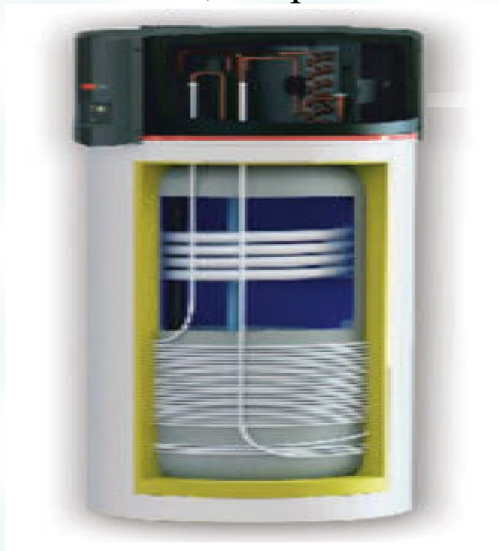


Рисунок 2 – Тепловий насос Kronoterm WP4 LF-502



Рисунок 3 – Рекуператор Prana 340

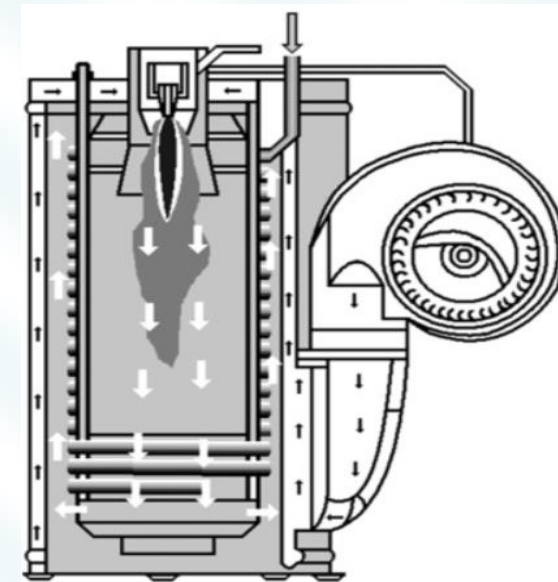


Рисунок 4 – Система нагріву води

Основні результати, що отримані в процесі досліджень, полягають у наступному.

В цілях підвищення енергоефективності, зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище та зниження собівартості технічного обслуговування на підприємстві «CAR FIX» пропонується запровадити автоматизовану мийку з використанням енергозощаджуючих технологій.

Наведено загальну характеристику підприємства СТО «CAR FIX», виконано технологічний розрахунок. Проаналізовано основні види забруднень автомобілів. Розглянуто технології струменевого та струменево-щіткового миття автомобілів. Досліджено пересувні шлангові мийки та обладнання для ручного миття автомобілів. Розроблена удосконалена технологія миття автомобілів.

В розділі інноваційна частина запропоновано використати тепловий насос для приготування гарячої води для дільниці мийних робіт, а також для санітарно побутових потреб СТО. Крім цього, пропонується удосконалення системи вентиляції і кондиціонування з впровадженням рекуператора теплової енергії. Планується, що тепловий насос буде живитись низькопотенціальною тепловою енергією з приміщень, які потребують кондиціонування влітку. Взимку це живлення буде забезпечуватись викидами повітря з рекуператора. Додатково рекуператор знижуватиме температуру повітря, що заходить у приміщення влітку і підвищуватиме температуру повітря, що надходить ззовні.

В результаті сумісної дії теплового насоса і рекуператора знизяться затрати на кондиціонування влітку і витрати на опалення взимку. Застосування теплового насоса для приготування гарячої води значно знизить (у 3-4 рази) споживання електроенергії.