

НАУКОВА РОБОТА

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»

НАПРЯМ КОНКУРСУ «АВТОМОБІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА»

НА ТЕМУ:

**«Покращення експлуатаційних властивостей автомобіля-рефрижератора
використанням сонячних батарей»**

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Транспорт — одна з найважливіших інфраструктурних галузей матеріального виробництва, яка забезпечує виробничі й невиробничі потреби народного господарства і населення в усіх видах перевезень [1]. У теперішній час на ринку транспортних послуг конкуренція здобуває якісно нові риси: на фоні підвищення витрат на перевезення, жорсткості вимог до автотранспортних засобів підвищилися вимоги до якості перевізного процесу [2]. Від якості роботи автомобільного транспорту залежать організація безперебійної торгівлі, задоволення попиту сільського населення на товари, успішне виконання плану товарообігу, розмір товарних запасів і товарообороту, рівень витрат за окремими статтями, собівартість продукції і рівень рентабельності торгівлі, заготівельної і виробничої діяльності. Використання сонячної енергетики дозволить удосконалити роботу автомобіля-рефрижератора. Отже, предметом нашого дослідження є використання сонячних батарей для покращення роботи фургона-рефрижератора.

Мета та завдання дослідницької роботи: Висвітлити покращення експлуатаційних властивостей автомобіля-рефрижератора використанням сонячних батарей.

Завдання:

- аналіз будови фургона-рефрижератора та вивчення дії сонячних батарей;
- вивчення принципів роботи сонячних батарей;
- удосконалення експлуатаційних властивостей автомобіля-рефрижератора шляхом використання енергії Сонця;
- встановити кількість тепловтрати через недосконалість роботи автомобіля-рефрижератора;
- визначити доцільність використання сонячних батарей для удосконалення експлуатації автомобіля-рефрижератора.

В ході роботи були використані такі методи досліджень [3], як аналіз, синтез, експеримент.

Загальна характеристика роботи. В роботі описано, яким чином покращити експлуатаційні властивості автомобіля-рефрижератора використанням сонячних батарей. Ми провели аналіз роботи сонячної батареї на фургоні-рефрижераторі та показали, яким чином наявність сонячних панелей покращує роботу холодильної установки. Під час написання дослідницької роботи було проведено експеримент, за допомогою якого ми визначили яким чином швидкість руху автомобіля, товар який знаходиться в середині, матеріал, з якого створено фургон впливають на тепловтрати під час доставки товару.

Підтвердили ефективність роботи сонячної батареї, встановленої на фургоні. Виконали деякі обчислення та зрозуміли, що наявність пропонованої нами конструкції зменшить ріст температури всередині фургону більше ніж на половину, що покращить умови експлуатації транспорту даного типу.

Провівши деякі економічні підрахунки, проаналізувавши відповідні джерела, ми підтвердили ще й економічну доцільність використання сонячних батарей. Адже при затратах на встановлення ми отримуємо економію палива, зберігаємо товар належним чином, маємо можливість розвозити товар на більші відстані та можемо подовжити час перевезень. Усі ці фактори сприяють збільшенню прибутку та показують, що встановлення даної установки окупиться та сприятиме росту прибутків.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Автомобільні рефрижератори та сонячна енергетика	6
1.1 1.1 Історія рефрижераторних перевезень	6
1.2 1.2 Види та класифікація автомобілів рефрижераторів	6
1.3 Евтектичний фургон.....	9
1.4 Сонячна енергетика в сучасному світі.....	10
1.5 Сонячні панелі та принцип їх роботи.....	17
1.6 Гнучкі сонячні панелі.....	19
2 Розрахунок параметрів фургона рефрижератора з сонячними батареями	21
2.1 Визначення параметрів фургона.....	21
2.2 Визначення тепловитрат фургона під час доставки товару.....	22
2.3 Тепловтрата на нагрівання морозива.....	25
2.4 Визначення кількості енергії, яка генерується сонячними батареями	25
3 Експериментальні дослідження роботи і тепловтрат автомобіля- рефрижератора.....	27
3.1 Методика експерименту.....	27
3.2 Результати експерименту.....	29
Висновки	30
Перелік джерел посилання.....	31

ВСТУП

З кожним новим днем у сучасному світі транспорту з'являється все більше автомобілів на альтернативних джерелах енергії. Використання такого транспорту має великий позитивний вплив на довкілля, а також значно здешевлює вартість експлуатації транспортних засобів. Комерційні вантажні перевезення не є винятком. Усі виробники вантажного транспорту запускають у виробництво моделі на альтернативних видах палива.

Ми все частіше бачимо сонячні електростанції вздовж автомагістралей, на дахах будинків, на приватних подвір'ях. З'являються й нові місця для установки сонячних панелей.

Перспективним напрямком є використання сонячних панелей на вантажному транспорті. З їх допомогою можна забезпечити ефективнішу роботу автомобіля-рефрижератора. Розмістивши сонячні батареї на даху і бокових стінах фургона можна істотно зекономити паливо, яке використовується для роботи двигуна холодильної установки (для рефрижераторів з бензиновим або дизельним двигуном холодильної установки), а також довший час підтримувати низький температурний режим евтектійних фургонів, адже вони потребують періодичного підключення до електромережі.

Таке вдосконалення не тільки покращить екологію, а й спростить доставку заморожених продуктів, адже завдяки додатковій підтримці температурного режиму рефрижератора евтектійного типу істотно збільшиться запас часу, за який автомобіль може доставити товар за всіма вимогами перевезень швидкопсувних вантажів.

1 АВТОМОБІЛЬНІ РЕФРИЖЕРАТОРИ ТА СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА

1.1 Історія рефрижераторних перевезень

У сучасному світі транспортна галузь залишається провідним напрямком в економіці кожної країни. Адже завдяки транспорту здійснюється перевезення пасажирів та вантажів як всередині країни, так і за її межі. Транспорт пов'язує країни, дає можливість швидкого обміну товарами та послугами.

Для цього існує багато видів спеціалізованого транспорту: самоскиди, трали, цистерни, фургони- рефрижератори. Для перевезення швидкопсувних вантажів, а також тих, які потребують певного температурного режиму, використовують фургони-рефрижератори. Рефрижератор отримав свою назву від латинських слів *refrigeratus* - охолоджений і *refrigero* – охолоджую.

З розвитком торгівлі та для кращого товарообміну між містами, у кінці XIX ст. виникла потреба у спеціалізованому транспорті, який міг би доставляти продукти харчування у торгові точки в інші міста на значні відстані і зберігати їх свіжими. На початку XX століття в Америці винайшли прототип сучасного рефрижератора – холодильник на колесах. Він складався з бочки обшитої сталевим листом, обтягнуті шкурами бізонів або кроликів. Конструкцію монтували в дерев'яній бочці, заливали холодною водою, або засипали льодом. Придумав цю конструкцію – Томас Мур, так він перевозив вершкове масло в жарку погоду. Потім шкури замінили тирсою. В 1935 році Фредеріком Маккінлі Джнсом було запатентовано систему охолодження для вагонів і автотранспорту [3].

1.2 Види та класифікація автомобілів рефрижераторів

Висока якість швидкопсувних продуктів при їх зберіганні, обробці і продажі може бути забезпечена, якщо в кожній ланці холодильного ланцюга від виробництва до споживання виконується технологічна дисципліна. Уникнути

зміни якості при транспортуванні продуктів, або при їх продажу допомагає спеціалізований холодильний транспорт.

Класифікація транспортних засобів для перевезення швидкопсувних вантажів визначена спеціальною угодою про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та про спеціальні транспортні засоби Комітету з внутрішнього транспорту Європейської економічної комісії ООН. Весь Рухомий склад ділиться на три групи: ізоtermічні фургони; фургони-льодовики; фургони-рефрижератори [6].

У ізоtermічних фургонів кузов має термоізоляцію, але немає примусового охолодження. Ці фургони призначені для перевезення продуктів всередині міста (на короткі відстані) при температурі, що відповідає навантаженню.

Призначені для перевезення свіжих, охолоджених і швидкопсувних продуктів. Ізоtermічний кузов цих фургонів деревометаличний з внутрішньою обшивкою з оцинкованої сталі і зовнішньої - з листової.

Фургони-льодовики ділять на три класи. Фургони-льодовики мають ізольовані кузова з примусовим охолодженням (водний лід - чистий або з додаванням солі; сухий лід; зріджені гази і т. П.), Але не мають холодильної установки. Вони призначені для перевезення охолоджених або заморожених продуктів на невеликі відстані. Температура всередині навантаженого фургона знижується, а потім підтримується при середній зовнішній температурі 30 ° C на рівні 7 ° C протягом 12 год (клас А), на рівні -10 ° C (клас В) і на рівні -20 ° C (клас С).

Фургони-рефрижератори ділять на три класи. Вони мають ізольовані кузова, обладнані холодильними установками, і призначені для перевезення глибокозаморожених продуктів на далекі відстані. Температура всередині незавантаженого фургона знижується, а потім підтримується протягом 12 год при температурі від 12 до 0 ° C (клас А), від 12 до -10 ° C (клас В) і від 12 до -20 ° C (клас С).

Рефрижератор «тепло-холод» розрахований для роботи як в літній час, коли продукцію треба охолоджувати, так і в зимовий, коли температура перевезеної

продукції не повинна падати нижче певного градуса. Коли рефрижератор знаходиться в режимі охолодження, повітря всередині камери постійно циркулює, так як вентилятори безперервно працюють, відповідно вентилятори конденсора теж постійно в русі. Швидкість вони змінюють тоді, коли змінюється тиск у фреоновому контурі.

Регіональні перевезення виконуються протягом робочого дня і супроводжуються частими зупинками тривалістю 10-20 хвилин з відкриванням дверей при розвантаженні. Для цього виду перевезень використовуються автомобілі малої та середньої вантажопідйомності (0,5-2 і 2,0-5,0 т). При виготовленні і експлуатації повинні дотримуватися технічні вимоги. При перевезенні охолоджених, або заморожених вантажів ізотермічним автомобілем низька температура в кузові підтримується або за рахунок холоду, що акумулює сам вантаж, або за рахунок джерела холоду завантаженого безпосередньо в кузов, наприклад сухого льоду (твердої вуглекислоти).

По здатності створювати і підтримувати температуру всередині кузова рефрижератори поділяються на три класи: клас А – $0...+12^{\circ}\text{C}$; клас В – $-10...+12^{\circ}\text{C}$; клас С – $-20...+12^{\circ}\text{C}$. рефрижератори класів В і С, повинні мати посилену теплоізоляцію [8].

Існують модифікації рефрижераторів, обладнаних додатковим компресором, працюючим від зовнішньої електромережі напругою 220 або 380 V, для роботи під час стоянки, або перед завантаженням. За родом приводу компресора розрізняють наступні типи установок: з приводом від двигуна, або спеціальної електричної муфти; з приводом від автономного спеціального ДВЗ; з електроприводом від дизель-генератора.

Малотонажні рефрижератори призначені для перевезення охолодженої продукції, а також для розвезення такої продукції протягом робочого дня по торгових точках. Малотонажні рефрижератори містять такі основні складові: шасі, ізотермічний кузов, холодильне обладнання.

В якості шасі обирають автомобілі різних марок в залежності від вимог замовника. В якості ізотермічних кузовів використовують кузови, виготовлені з сандвіч-панелей.

Холодильне обладнання для малотоннажних рефрижераторів ділиться на дві групи: холодильне обладнання із стандартною холодильною машиною, яка має охолоджувач повітря, і холодильне обладнання з акумуляторами холоду. До складу малотоннажного холодильного обладнання входять: компресор, конденсатор, випарювач (охолоджувач повітря) і блок управління. В деяких випадках можлива модифікація холодильного обладнання з включенням в склад установки так званої стоян очної секції, компресор якої працює від мережі 220 V.

В малотоннажних рефрижераторах робота компресора здійснюється шляхом приводу від двигуна автомобіля. Блок управління дозволяє здійснювати ввімкнення(вимкнення) компресора при працюючому двигуні, здійснюючи контроль температури в ізотермічному кузові.

В залежності від застосованої моделі холодильного обладнання холодопродуктивність холодильної машини лежить в діапазоні від 2650 Вт (при температурі повітря на вході в випарювач 0°C) до 1480 Вт(при температурі на вході випарювач -20°C).

1.3 Евтектичний фургон

Авторефрижератори, з акумуляторами холоду в якості холодильного обладнання використовують: холодильний агрегат, акумулятори холоду, елементи контролю та управління.

Акумулятори холоду являють собою конструкцію, виконану в вигляді плоского металевого корпусу з розташованим всередині нього трубопроводом для проходження холод агента.

Всередині коробка знаходиться евтектичний розчин з температурою замерзання, яка вимагається, наприклад -30°C. Холодильний електродвигун-компресор і акумулятори холоду утворюють єдину систему.

Працює евтектична система за таким принципом. На ніч холодильне обладнання рефрижератора за допомогою розетки підключається до мережі змінного струму напругою 220, або 380 V. Протягом 8-10 годин здійснюється замерзання евтектичних розчинів акумуляторів.

Холод відкладається в акумуляторах холоду в вигляді льоду. Цього зазвичай достатньо, щоб при розвозці продовольства і при 20-40 відкривань одних дверей багатодверного рефрижератора можна було забезпечити температуру всередині кузова $-35^{\circ} - -15^{\circ}\text{C}$.

Проте, задля більших можливостей для логістики, в даній роботі пропонується внести зміни в конструкцію, шляхом додаткового джерела живлення під час руху автомобіля, а саме гнучких сонячних панелей. Їх завданням буде підтримувати низьку температуру протягом розвозки, що дозволить збільшити час перебування автомобіля в рейсі.

Після повернення рефрижератора на базу рефрижератор знову підключається для зарядки акумуляторів холоду до мережі.

- рефрижератор з акумуляторами холоду має ряд особливостей та переваг порівняно з рефрижераторами з охолоджувачами повітря:
 - завантаження продуктів відбувається не в теплий кузов, а в охолоджений до температури, що вимагається, наприклад $-24^{\circ}\text{C} - 22^{\circ}\text{C}$;
- температура в кузові при відкриванні одних із багатьох бокових дверей падає на незначному рівні;
- немає відбору потужності від двигуна автомобіля для роботи холодильного обладнання, що позитивно відбивається на експлуатаційних характеристиках автомобіля і термінах служби автомобільного двигуна;
- висока ремонтпридатність рефрижератора з акумуляторами холоду в порівнянні з охолоджувачами повітря [8].

1.4 Сонячна енергетика в сучасному світі

Людство здавна цікавилось енергією сонця, а його використання як джерела електроенергії бере початок у 1839 році, коли було відкрито. Згодом через 44 роки Чарльзом Фріцом було сконструйовано перший модуль з використанням сонячної енергії, основою був «селен», покритий тонким шаром золота. Таке поєднання в мінімальному обсязі перетворювало енергію сонця в електрику. Тому 1883 вважається початком ери сонячної енергетики. У 1921 Альберт Ейнштейн був удостоєний Нобелівської премії за пояснення законів зовнішнього фотоефекту.

На деякий час сонячна енергетика була забута суспільством, проте зараз знову набирає попиту і поступового масового використання. На сьогоднішній день нікого не здивуєш сонячними батареями в якості джерела енергії. Вже протягом 40 років вони використовуються для енергозабезпечення космічних станцій. Вони ввійшли в побут, як джерело чистої та дешевої електроенергії. Сонце існуватиме ще мільйони років, тому потрібно розвивати цей напрямок всебічно. Електрика може бути отримана від сонця навіть у хмарну погоду. Сонячну енергію використовують також для опалення житла, та для опріснення води [9]. Отримують сонячну енергію двома способами:

1. Фотогальванічні елементи – напівпровідниковий пристрій, який безпосередньо здійснює перетворення енергії Сонця в електричну. Більшість людей, одразу зрозуміє, про що йде мова, коли побачить їх. Вони розташовані на дахах будинків, змонтовані в окремі електростанції вздовж трас, використовуються в калькуляторах. Їх винайшли в США в 1954 році. Сьогодні вони є одним з найперспективніших джерел енергії і зіграють важливу роль в глобальному виробництві енергії. Фотоустановки можна використовувати як в промислових, так і в домашніх масштабах. Їх перевагою є те, що тепер електроенергія може проникнути в райони, які віддалені від ліній електропередач. В останні роки вартість фото панелей впала, що зробило їх значно доступнішими.

Служити такі сонячні можуть протягом 30 років, що робить їх використання дешевим та доступним.

2. Системи концентрованої сонячної енергії для концентрації променів сонця використовують дзеркала. Промені розігрівають рідину, яка утворює пар для рідини турбіни і виробництва електроенергії. Електростанція має поле дзеркал спрямованих на вежу.

Сонячна енергетика - це доволі перспективне і потужне джерело енергії, яке здатне відновлюватися. Щороку приріст сонячних об'єктів становить приблизно 40-50%. На даному етапі розвитку частка сонячної енергетики перейшла значення в 5% на світовому рівні. Покращення роботи над розвитком технологій виготовлення фотоелектричних модулів знизило вартість електричної енергії. Відбулося здешевлення вартості сонячної енергії у порівнянні з енергією з традиційних джерел (нафта, газ, вугілля) у більше, ніж 30 країнах світу. Вкладення в сонячну енергетику в період за останні 10 років склали близько 300 млрд. доларів. Найбільш успішно використовують енергію сонця на Самоа. Раніше жителі острова залежали повністю від дизельного палива, а сонячна енергетика зробила острів енергонезалежним.

Наша країна впевнено йде до широкого використання енергії сонця та інших альтернативних видів палива, щоб хоча б частково відмовитись від викопних видів палива. Розташування та клімат України сприяють розвитку сонячної енергетики і будівництва СЕС. Навіть на півночі країни можна створити сприятливі умови для розвитку даної галузі. Наразі ми відстаємо в цьому плані від Європи на 7-10 років. В Україні зростає зацікавленість та потреба в розвитку відновлювальної енергетики (рис.1.4).

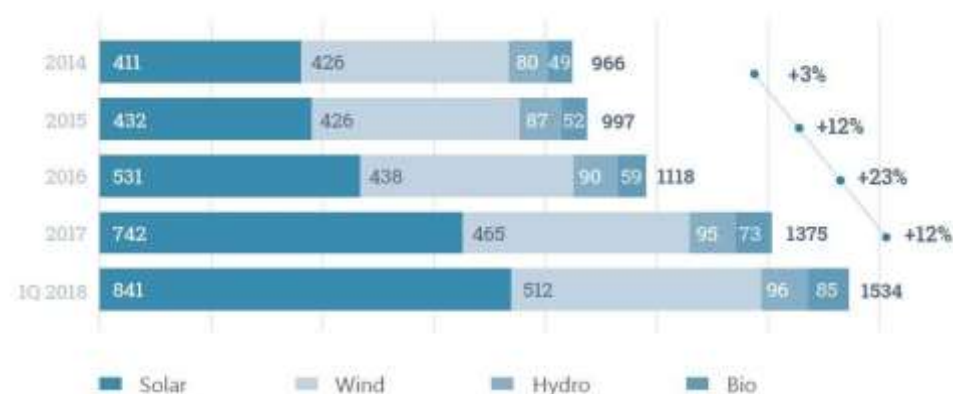


Рисунок 1.4 - Збільшення обсягу ВДЕ

Порівнюючи сектор ВДЕ все ще малий, якщо порівнювати його з іншими типами генерації в Україні, в той же час показує постійне зростання, виводячи нашу країну в лідери в розвитку даної галузі. З 2014-го і до кінця 2017 року обсяг ВДЕ збільшився з 967 до 1375 МВт, і до кінця 1-го кварталу 2018 року – до 1534 МВт (рис. 1.5) [10]. Розподіл відновлювальних джерел енергії за регіонами та переважаючі в них види ВДЕ можна побачити на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 - Зростання ВДЕ за 2014 – I квартал 2018 рр.

Через те, що в Україні сонячна енергія є досить популярним видом відновлювальних видів енергетики, можна спостерігати, що регіональний розподіл встановлених об'єктів ВДЕ корелює з рівнем інсоляції. Найбільше уваги приділяється регіонам, в яких зафіксована найвища сонячна активність, як показано на карті нижче (рис. 1.6):

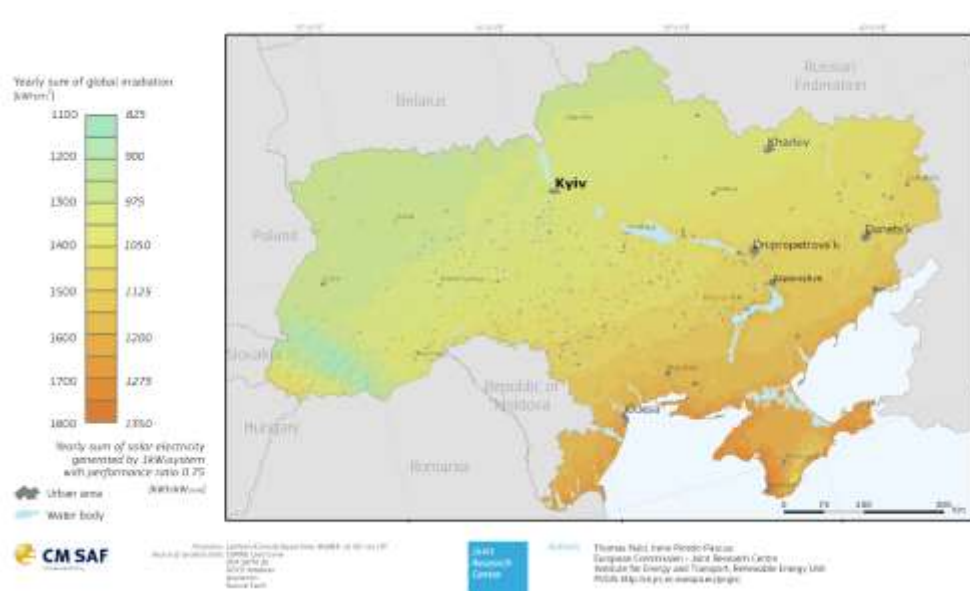


Рисунок 1.6 - Випромінювання і потенціал сонячної енергії в Україні.

Люди, які збираються здійснити фінансові вкладення в будівництво сонячних електростанцій перш за все цікавляться ефективністю та результативністю роботи сонячних батарей. Існує безліч факторів, які тим чи іншим чином впливають на кількість виробленої енергії, одним з таких факторів впливу є географічне положення сонячної електростанції. При інших однакових умовах числовиробленої електроенергії буде пропорційне кількості енергії сонячного випромінювання, що досягає поверхні землі в точці розміщення електростанції.

Енергія Сонця є екологічно сталим ресурсом, для того, щоб виробляти електроенергію за допомогою фотоелектричних електростанцій. Центральними вихідними даними, які необхідні для процесу планування є сонячне випромінювання. Оцінюються променеві, дифузні і відбиті складові випромінювання за умов ясної погоди і для реальних умов глобальної освітленості на горизонтальних або нахилених поверхнях.

Задля узагальненого підсумку здійсненого моделювання час від часу публікують карти сонячного електричного потенціалу, якими можуть користуватися усі зацікавлені та дотичні до даного питання люди. Всі дані, що подані в опублікованому матеріалі описано доволі точно. Вище було подане зображення найточніших та найновіших даних потенціалу сонячного

випромінювання в Україні та Європі. Остання зміна даних відбувалася 12 вересня 2012 року.

На поданому зображенні відображено яким чином розподіляється сонячне опромінення та електричний потенціал Сонця на території нашої країни для випадку орієнтації сонячних модулів на південь при оптимальному куті нахилу по відношенню до поверхні землі (максимально перпендикулярний кут падіння сонячних променів на поверхню сонячної батареї).

Також подаємо карту сонячного потенціалу для Європи для порівняння (рис. 1.7).

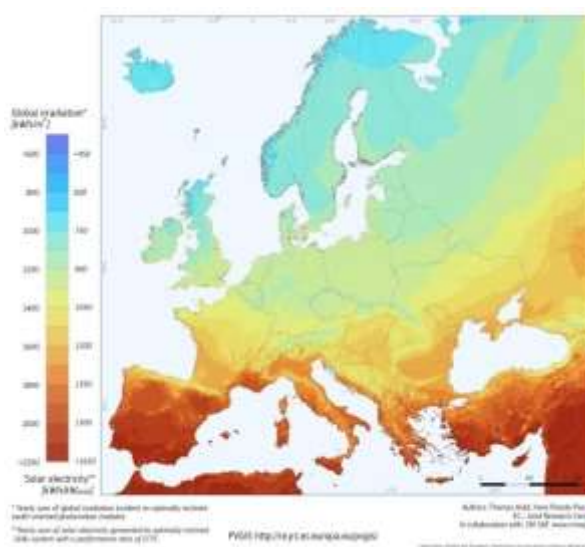


Рисунок 1.7 - Карта сонячного потенціалу Європи.

Відповідно до наукового передбачення, до 2020 року потужність наявних об'єктів, які працюють із сонячною енергією в Україні зросте до 3 ГВт. Відомо, що ще 1 квітня 2019 року, в країні здійснено встановлення понад 2,2 ГВт об'єктів сонячної енергетики, а це 71% усіх існуючих ВДЕ. Завдяки такому стрімкому розвитку енергетичної галузі дозволив Україні переміститися з 34-го на 23-є місце в загальносвітовому рейтингу сонячної енергетики.

У майбутньому для розширення перспектив сонячної енергетики Україна може перейняти вдалий досвід наших іноземних колег:

- Потенціал транспорту. Напевно, кожен житель міста чи мегаполісу в нашій країні звертав увагу на стрімку популяризацію так званих електромобілів, та мало

хто з нас знає, що в країнах Європи фотоелементи прикріплюються на дахах потягів, тим самим забезпечуючи їх електроенергією під час роботи. В майбутньому дану технологію можна застосовувати і на водних та повітряних суднах.

- Термальна енергетика. Даний спосіб заключається в тому, що енергія Сонця перетворюється через нагрівання води в ємностях, які виготовлені з теплопровідних матеріалів.

- Фактори, які сприяють нарощенню потужностей в Україні:
- зростання кількості іноземців, готових інвестувати кошти в дану галузь;
- сприятливе географічне положення, яке дозволяє створювати СЕС та ефективно працювати;
- разове інвестування коштів забезпечує тривале надходження прибутків.

Галузь сонячної енергетики та енергозбереження стала загальносвітовим трендом. Порівнюючи з іншими видами виробництва електроенергії, у світі почали використовувати найбільше саме сонячних потужностей. 2017 рік визнали найбільш знаковим для сонячної фотоелектричної енергетики. На п'ять найбільших національних ринків – Китай, США, Індію, Японію і Туреччину – припадає майже 84% знову встановлених потужностей (рис.1.8). Далі йдуть Німеччина, Австралія, Республіка Корея, Великобританія та Бразилія. За сукупною потужністю лідирують Китай, США, Японія, Німеччина, Італія та Індія (рис.1.9) [11].

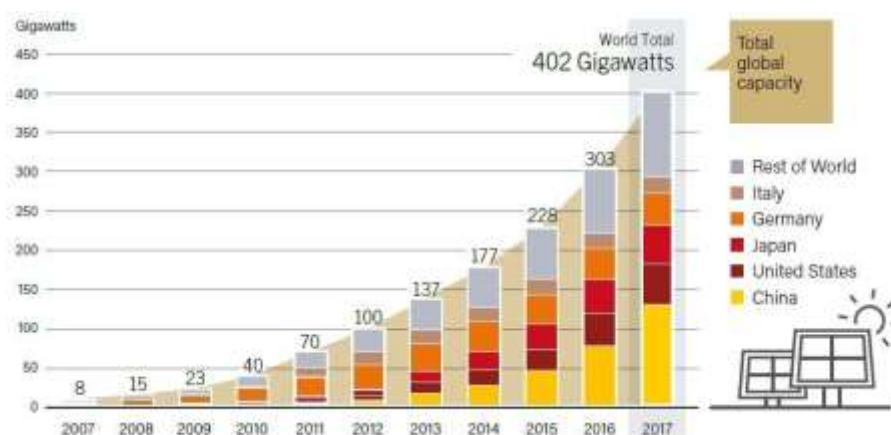


Рисунок 1.8 - Глобальна потужність сонячних фотоелектричних систем по країнам або регіонам, 2007-2017рр.

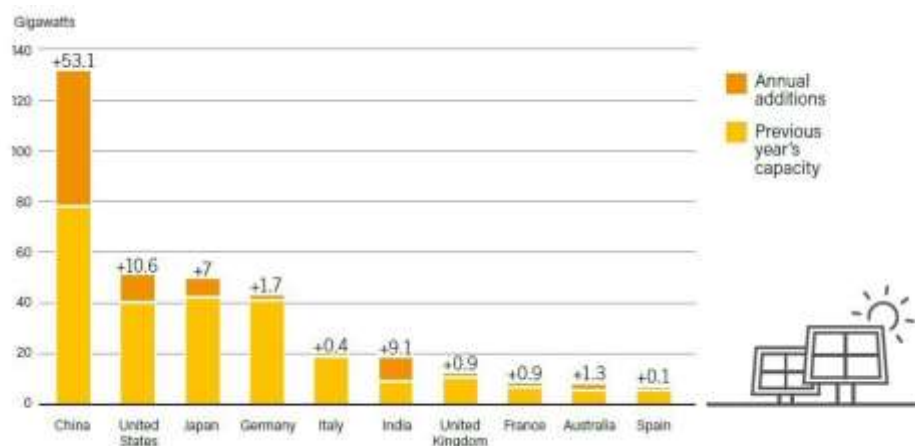


Рисунок 1.9 - ТОП-10 країн за потужностями та приростом сонячної енергії

Дуже яскравим прикладом розвитку сонячних технологій є Китай, який лише за п'ять років став одним із провідних світових постачальників сонячних електростанцій.

1.5 Сонячні панелі та принцип їх роботи

Сонячна батарея - це фотоелектричний перетворювач - напівпровідниковий компонент безпосередньо (одноступінчастий «перехід»), який перетворює сонячну енергію в неоднорідних напівпровідникових структурах в електрику при дії сонячного світла [13]. Слід зазначити, що ефективність перетворення залежить від електрофізичних властивостей напівпровідникових елементів, оптичних властивостей перетворювача, з яких фотопровідність є найбільш важливою. Коротше кажучи, принцип FEP можна пояснити на прикладі перетворювачів з рп-переходом, які найпоширеніші в сонячній енергетиці. Слід пам'ятати, що рп-перехід або електрон-дірковий перехід - це область напівпровідника, в якій тип провідності просторово змінюється від електрона n до отвору p . Коли опромінюється модуль сонячним світлом поблизу межі n - і p -шарів, завдяки "потoku заряду" утворюються комбіновані зони з некомпенсованим позитивним об'ємом в n -шарі і негативним об'ємним зарядом в p -шарі. Шар. Таким чином, існує бар'єр (різниця потенціалів) при цьому переході. Це пов'язано з цією

особливістю рп-переходу і може пояснити факт фотоелектричного імпульсу при опроміненні перетворювача сонячним світлом.

«СИРОВИННИЙ МАТЕРІАЛ» - СІЛКОН (основний ресурс для виробництва більшості типів сонячних панелей) - другий за поширеністю елемент на нашій планеті. Кремній становить більше чверті загальної маси земної кори, але який кремній? Справа в тому, що в більшості випадків ця речовина зустрічається у формі оксиду - SiO_2 (піску з дитячої пісочниці), однак отримати із цієї сполуки чистий кремній важко, навіть проблематично. Існують фактори витрат, характеристики технології. Цікаво відзначити, що вартість чистого «сонячного» кремнію така ж, як і вартість урану для атомних електростанцій, але запаси кремнію на нашій планеті в 100 000 разів вищі. Через високі витрати кремнію, які відображаються у роздрібній ціні сонячних елементів, дослідницькі центри вже багато років працюють над пошуком відповідної альтернативи. Наприклад, німецькі вчені з Інституту фізичної електроніки в Штутгарті запропонували використовувати електрику замість синтетичних кремнієвих волокон, які можуть виробляти електрику під впливом світла. Хоча нові розробки не дуже ефективні, вони дешеві і придатні для живлення цифрових пристроїв з низьким енергоспоживанням [12].

Функціональний принцип сонячних модулів. Відповідно до функціонального принципу, сонячна батарея - це фотоелектричний генератор постійного струму, який використовує ефект перетворення променистої енергії в електричну [13]. Точніше, властивості напівпровідників на основі кристалів кремнію використовуються в сонячних батареях. Кількість світла, що падає на пластину напівпровідника, вибиває електрон із зовнішньої орбіти атома цього хімічного елемента, створюючи достатню кількість вільних електронів для генерації електричного струму. Однак для того, щоб напруги та потужності такого джерела було достатньо для побутових потреб, одного або двох кремнієвих елементів недостатньо. Тому вони складаються разом, щоб утворити цілі панелі, де вони з'єднані паралельно або послідовно. Площа таких панелей може становити від декількох квадратних сантиметрів до декількох квадратних метрів.

Збільшуючи кількість модулів, ви можете отримувати більше електроенергії, виробленої сонячною панеллю. Продуктивність сонячного модуля залежить не тільки від площі, але також від інтенсивності сонячного світла та кута падіння. Отже, продуктивність сонячної панелі залежить від площі та широти, в якій знаходиться будинок, погоди та пори року та часу доби.

Як і будь-який технічний пристрій, сонячна батарея має свої експлуатаційні та технічні характеристики, які відрізняються для різних моделей, різних виробників, але з невеликою різницею. При площі сонячних панелей приблизно $0,2 \text{ м}^2$ потужність модуля становить приблизно 10 Вт. Напруга при максимальному навантаженні - приблизно 25 В. Струм короткого замикання становить приблизно 500 мА. Вага такого модуля становить приблизно 2 кг. Приблизний ККД сонячної батареї – від 14 до 18%. Термін служби такої плити становить не менше 25 років.

1.6 Гнучкі сонячні панелі

Перетворення енергії сонця в електричну люди вивчили досить давно, але комерційні зразки сонячних панелей з'явилися на ринку тільки в останні роки. Ще кілька десятиліть тому вони використовувалися тільки в космонавтиці або військовій сфері. Зараз випущено безліч пристроїв, які функціонують від сонячної енергії. Наприклад калькулятори, акумулятор для телефону з сонячною панеллю, сонячна батарея для зарядки автомобільної АКБ, всілякі водонагрівачі і системи обігріву приватних будинків. Принцип дії сонячних батарей наступний. Промені сонця нагрівають кремнієвий напівпровідник. В результаті електрони переміщуються в певному напрямку.

До кожного такого елементу припадають виходи, збирають їх в батарею і виходить мобільна електростанція, що працює від сонячної енергії. Найперші сонячні батареї були важкими і великогабаритними. Крім того, у них був невеликий ККД. Але поступово конструкція удосконалювалася, розміри зменшувалися, а ефективність зростала. Зараз їм вже не потрібно максимальне

сонячне світло для виробництва електрики. Потім з'явилися гнучкі сонячні батареї, що стало суттєвим проривом в області альтернативних джерел енергії [13].

Гнучка панель - це напівпровідниковий шар, який напиляється на тонку підкладку. Сучасні зразки мають товщину близько 1 мікрметра. При цьому по продуктивності вони приблизно відповідають звичайним кристалічним моделям. Спочатку такі батареї виготовлялися на базі аморфного кремнію.

Потім стали використовувати: діселеніди (мідь-індій, мідь-галій); теллуриди і сульфід кадмію; полімерні сполуки.

Щоб збільшити ефективність гнучких панелей виробники використовують багатошарову конструкцію. У таких напівпровідникових модулях відбувається віддзеркалення світла і його перетворення відбувається кілька разів. Сучасні технології дозволяють випускати досить зносостійкі і міцні панелі, які мають малу товщину і вагу. Такі сонячні батареї можна складати, згинати, згортати.

Характерні особливості гнучких сонячних модулів: можливість використання на криволінійній поверхні; виробляють електрику навіть у хмарну погоду. Тобто, мають високе загальне виробництво енергії; ефективні в південних широтах; високий рівень оптичного поглинання променів сонця. Тобто, більш повне засвоєння і переробка сонячної енергії; добре працюють в складі потужних геліоустановок. З цієї причини спочатку гнучкі панелі використовували на великих геліостанціях.

Варто відзначити і ще один важливий плюс гнучких модулів. Вони дешевші, ніж кристалічні панелі. Це позитивно позначається на кінцевій ціні виробів з них. Не обходиться і без недоліків. Гнучкі батареї при однаковій площі з кристалічними моделями мають майже в двічі більшу площу поверхні. А значить, займають більше місця при розміщенні [13].

Подібні експерименти вже проводились європейськими виробниками напівпричепів-рефрижераторів, а саме німецький інститут сонячних систем і дали позитивні результати. Вони досліджували можливість використання сонячних панелей на ватажних автомобілях, щоб живити акумулятори, або холодильну установку рефрижератора.



Рисунок 1.10 – Сонячні панелі, встановлені на дах напівпричепа-рефрижератора

Тести проводили спільно з німецькими логістичними компаніями. На дах автомобіля встановили датчики сонячного випромінювання і визначали обсяг сонячної енергії (рис.1.10).

За півроку експерименту було доведено, що ця справа- перспективна, адже на дах напівпричепа-рефрижератора можна встановити панелі площею до 36 м^2 , які можуть досягти потужності близько 6 кВт .

2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ФУРГОНА РЕФРИЖЕРАТОРА З СОНЯЧНИМИ БАТАРЕЯМИ

2.1 Визначення параметрів фургона

Для проведення розрахунків тепловтрат необхідно визначити параметри фургона-рефрижератора.

Площа окремих елементів фургона визначається з відповідних креслень та ескізів. Для спрощення розрахунків при визначенні площ, усі панелі були приведені до простих геометричних фігур (прямокутників) (рис.2.1).

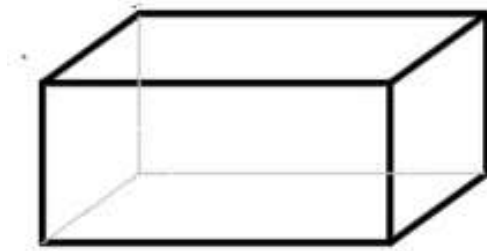


Рисунок 2.1 – Схематичне зображення панелей фургона-рефрижератора.

Маємо наступні параметри фургона.

Площа передньої та задньої панелей:

$$F_1 = F_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

Площа бокових панелей:

$$F_3 = F_4 = 5,4 \text{ м}^2$$

Площа верхньої і нижньої панелей:

$$F_5 = F_6 = 7,5 \text{ м}^2$$

Загальна площа дорівнює сумі усіх панелей фургона-рефрижератора:

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 = 32,1 \text{ м}^2$$

2.2 Визначення тепловитрат фургона під час доставки товару

Тепловтрата фургону при доставці товару визначається за формулою [13]:

$$\sum_1^m Q_m = \sum_1 \left[\frac{1}{R_m} \cdot (t_s - t_n) \cdot F \cdot \left(\frac{9}{\eta} \right) \cdot n \right]$$

де R_n – опір теплопередачі поверхні, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. (сандвіч-панелі $R = 0,4 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$);

t_b – температура внутрішнього повітря на рівні конструкції, яка розглядається, - 35 °C; t_n – температура зовнішнього повітря, 20°C;

F – площа конструкції; м²;

n – поправочний коефіцієнт який враховує додаткову витрату тепла через підвищений обдув поверхонь фургона (передня поверхня -1,0; бокова поверхня – 0,6; задня поверхня – 0,3);

η_T – коефіцієнт, який враховує надбавки на тепловитрати в залежності від швидкості фургона (табл. 2.7).

Обчислення кількості тепловитрати при розвезенні товару приводяться для чотирьох швидкостей руху автомобіля: 0 км/год (0 м/с), 20 км/год (5,5 м/с), 40 км/год (11,1 м/с), 60 км/год (16,7 м/с).

Вирахуваний коефіцієнт залежності втрат тепла від швидкості руху заносимо в таблицю (Табл.2.1.)

За цими даними будуємо графік залежності коефіцієнта втрат тепла від швидкості руху (рис.2.2).

Таблиця 2.1. Коефіцієнт врахування втрат тепла в залежності від швидкості руху.

Швидкість, м/с (км/год)	$\eta_{тепл}$
0	9
5,5 (20)	4,2
11,1(40)	2,5
16,7 (60)	1,8

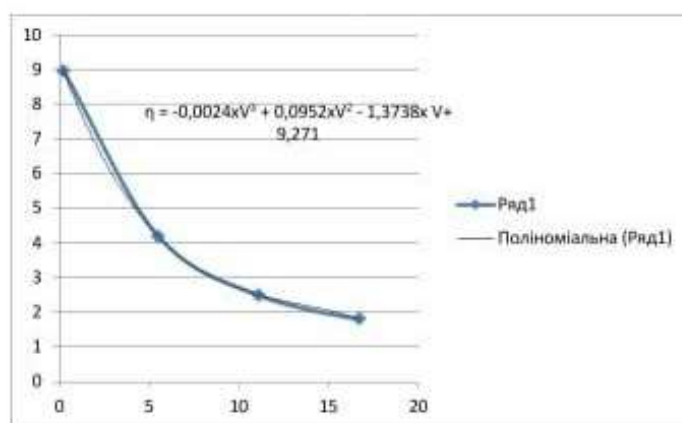


Рисунок 2.2 - Залежність коефіцієнта втрат тепла від швидкості руху

На основі цього графіку виводимо формулу апроксимації, яка описує залежність коефіцієнту від швидкості і має наступний вигляд:

$$\eta = -0,0024V^3 + 0,0952 \cdot V^2 - 1,3738 \cdot V + 9,271.$$

Питома теплоємність морозива після заморозки – 2150 Дж/кг.

Розраховуємо тепловитрати фургону з інтервалом в 10 с. Результати обчислень вносимо у таблицю. Подаємо фрагмент таблиці із результатами розрахунків (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Тепловитрата фургона при доставці товару

t, с	V, км/год	V, м/с	η т	Q поверхні	T=
0	0	0	6,9	4149	-35,0
10	0	0	6,9	4157	-35,0
20	1	0	6,9	4175	-35,0
30	0	0	6,9	4158	-35,0
40	0	0	6,9	4152	-35,0
50	0	0	6,9	4152	-35,0
60	0	0	6,9	4152	-35,0
70	0	0	6,9	4156	-35,0
80	0	0	6,9	4152	-35,0
90	1	0	6,9	4176	-35,0
100	0	0	6,9	4150	-35,0
110	0	0	6,9	4157	-35,0
120	0	0	6,9	4153	-35,0
130	0	0	6,9	4156	-35,0
140	0	0	6,9	4165	-35,0
150	0	0	6,9	4154	-35,0
160	0	0	6,9	4158	-35,0
170	0	0	6,9	4155	-35,0
180	0	0	6,9	4154	-35,0
190	0	0	6,9	4151	-35,0
200	0	0	6,9	4157	-35,0
210	0	0	6,9	4151	-34,9
220	0	0	6,9	4156	-34,9
230	0	0	6,9	4157	-34,9
240	0	0	6,9	4152	-34,9
250	0	0	6,9	4152	-34,9
260	0	0	6,9	4158	-34,9
270	0	0	6,9	4150	-34,9
280	0	0	6,9	4156	-34,9

2.3 Тепловтрата на нагрівання морозива

Для того, аби визначити, яка тепловтрата відбулася під час розміщення продукту в фургон використаємо наступну формулу:

$$Q_{\text{мороз}} = c \cdot m \cdot [T_{i+1} - T_i],$$

де c – теплоємність морозива;

m – маса вантажу;

T_i – температура в фургоні в даній точці;

T_{i+1} – температура в фургоні в наступній точці після даної.

Візьмемо масу вантажу 800кг, та дві сусідні температурні точки $T_i = -34,7^\circ\text{C}$, $T_{i+1} = -34,6^\circ\text{C}$, тоді $Q_{\text{мороз}} = 172\text{кДж}$. А різниця температур через 10с = 0,1 $^\circ\text{C}$.

Згідно даних обчислень можна збудувати графік зміни температури під час поїздки по маршруту (рис.2.3).

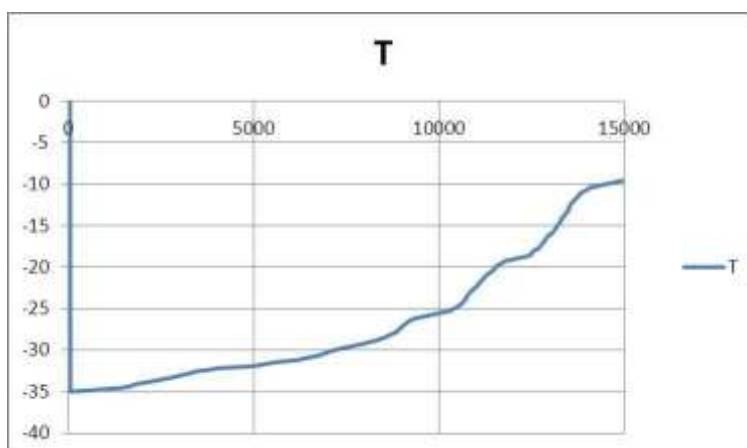


Рисунок 2.3 - Графік різниці температур під час доставки товару стандартним фургоном-рефрижератором.

На графіку видно, що різниця початкової та кінцевої температур у фургоні 25 $^\circ$.

2.4 Визначення кількості енергії, яка генерується сонячними батареями

Кількість енергії, яка генерується сонячними батареями будемо шукати за формулою:

$$Q=N \cdot t,$$

де N – потужність сонячної батареї;

t – загальний час, за який відбулась доставка товару.

Відповідно до цього ми отримаємо наступний результат:

$$Q = 600 \text{ Вт} \cdot 15000 \text{ с} = 900000 \text{ Дж} = 900 \text{ кДж}.$$

Виходячи з розрахунків, завдяки встановленим сонячним панелям, ми отримуємо графік зміни температур, який відрізняється від попереднього (рис.2.4).

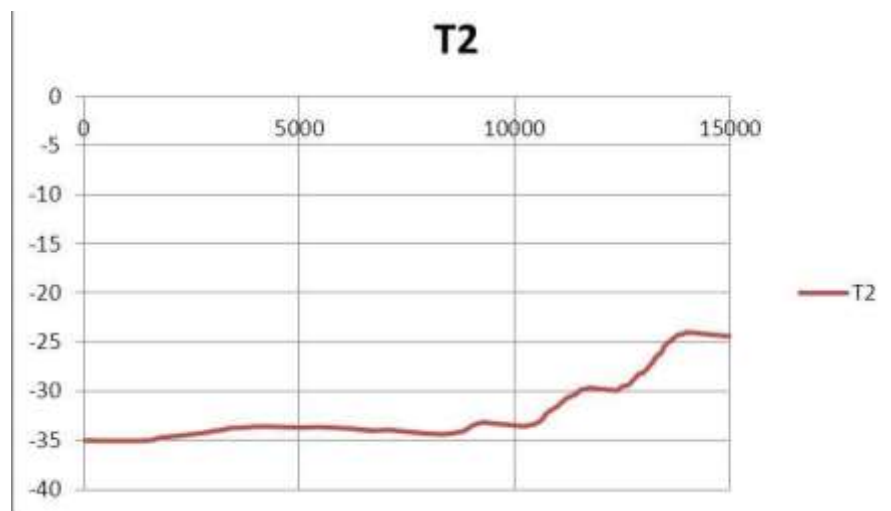


Рисунок 2.4 - Графік зміни температур під час доставки товару фургонем із сонячними батареями.

На графіках бачимо (рис.2.5), що різниця температур становить до 10 °С.

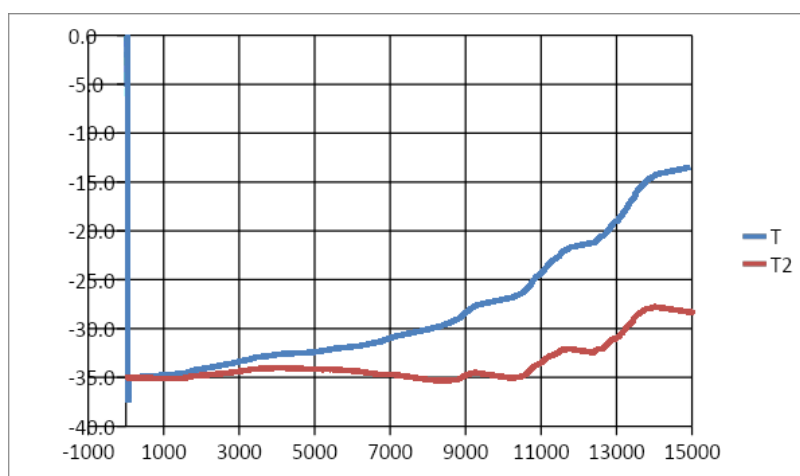


Рисунок 2.5 - Різниця зміни температур стандартного фургона-рефрижератора та фургона з сонячними панелями.

Даний графік показує, що різниця температур звичайного фургона-рефрижератора більш ніж на половину перевищує різницю температур фургона з сонячними панелями. Це ще раз показує високу ефективність роботи сонячних батарей при розміщенні їх на фургоні.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ І ТЕПЛОВТРАТ АВТОМОБІЛЯ-РЕФРИЖЕРАТОРА

3.1 Методика експерименту

Для проведення експерименту використовувався фургон-рефрижератор на базі автомобіля Mercedes Sprinter 412D (рис.3.1).



Рисунок 3.1 - Фургон-рефрижератор



Рисунок 3.2 - Холодильна установка фургона Cold Car

Технічні характеристики: тип авто: Фургон-рефрижератор з акумуляторами холоду; Колісна формула: 4x2; Повна маса, кг: 4600; Маса шасі, кг: 2300; Маса фургона, кг: 1300; Вантажопідйомність, кг: 1000; Двигун: 5-циліндровий, 2.9 TDI (EURO 3); Коробка передач: Механічна 5-ступінчата; Привід: Задній; Підвіска: ресорна; Розмір шин: 195\75 R15C.; На автомобілі встановлена холодильна установка (рис.3.2).

Технічні характеристики фургона-рефрижератора: Виробник: Cold Car; Зовнішні розміри, мм: 3600x 2135x 1500; Холодагент: R 404 А; 5 евтектичних плит ; Маса фургона, кг: 1300 кг.

Під час експерименту використовувались такі прилади та обладнання: GPS-трекер, термометри, фотоапарат (рис.3.3).

Racebox – прилад вимірює час розгону, гальмівний шлях, потужність, час кола і час на контрольних точках. Показує швидкість, прискорення, висоту, ухил і інші GPS дані. Частота оновлення GNSS-даних і запису логів 16 Гц.



Рисунок 3.3 – Вимірювальний прилад Racebox



Рисунок 3.4 - Термометр TM-902C на панелі приладів

Для дистанційного вимірювання температури застосовувався цифровий термометр TM-902C з термопарою К-типу (від -50°C до $+1300^{\circ}\text{C}$) та пірометр.

Перед початком експериментального заїзду, перевірявся технічний стан транспортного засобу. Визначалася температура повітря та температура всередині фургона-рефрижератора ($+20^{\circ}\text{C}$ та -35°C відповідно).

Для проведення експерименту було вибрано сонячну, ясну погоду, з високим рівнем сонячної радіації, яка в липні на території України складає 600 МДж/м^2 [14].

3.2 Результати експерименту

Під час проведення експерименту на досліджуваний автомобіль було встановлено прилади фіксації швидкості та пробігу автомобіля протягом робочого дня, а саме під час розвезення продукції по торгових точках. Фіксувався рух автомобіля по маршруту, його швидкість, пробіг, а також температура навколишнього середовища, та у вантажному відділенні фургона-рефрижератора. Отримані результати експерименту показано на рис.3.5.

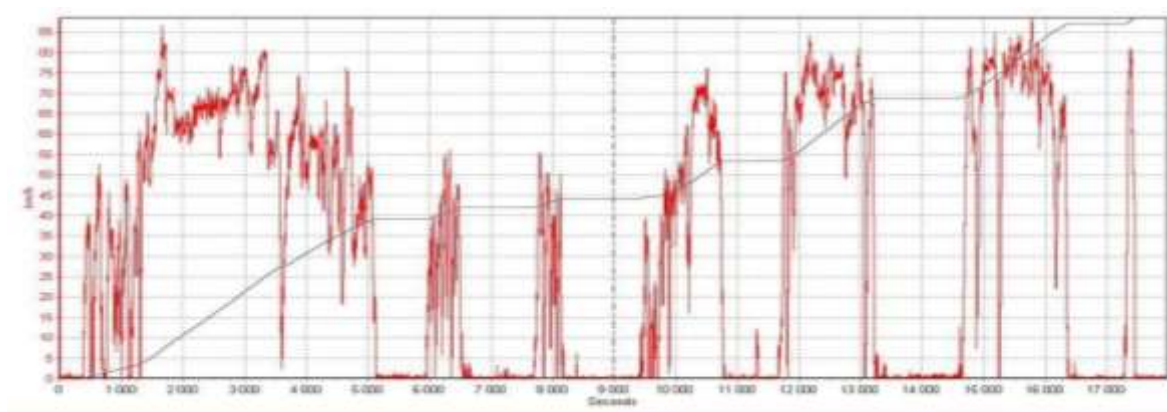


Рисунок 3.5 - Графік руху фургона впродовж експерименту.

Перед початком експерименту, проаналізувавши досвід перевезень заморожених продуктів, було встановлено, що через певні обмеження в правилах перевезення даного типу вантажу, автомобіль не може продовжувати возити товар, якщо температура в фургоні піднялася вище 18°C . Саме тому проводилися заміри температури всередині фургону, для визначення тепловитрат при завантаженні-вивантаженні товару.

Результати досліджень були оброблені в програмі Microsoft Excel. Дані експерименту були використані для подальших розрахунків і дали можливість розрахувати тепловитрати фургону за різних умов: на вивантаженні, та під час руху за різних умов.

ВИСНОВКИ

Ми живемо в час, коли людство хоче відмовитись від забруднення природи, неефективного використання природних ресурсів, зменшення шкідливих викидів та поступового переходу на альтернативні джерела енергії.

Потенціал сонячної енергії на даний час не розкритий повністю, адже на даному етапі розвитку сонячної енергетики, поки що не можна говорити про масштабне виробництво автомобілів повністю на сонячних батареях із приводом від них. Проте, сонячну енергію можна використати для інших потреб автомобіля(споживачі, спеціальні установки).

За допомогою дослідів та розрахунків, з'ясовано, що установка гнучких сонячних панелей на фургон-рефрижератор значно покращує його експлуатаційні показники, та вирішує ряд проблем: автомобіль може довший час перебувати в рейсі; холодильну установку не потрібно заряджати щодня, адже тепер температура тримається довше.

Різниця температур звичайного фургона-рефрижератора і фургона з сонячними панелями становить більше ніж на 10 °C.

Значна економія коштів для підприємства витрачених на електроенергію, адже стандартний фургон-рефрижератор заряджається від мережі 380 V.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Великанов Д.П. Автомобильные транспортные средства.- М.: Транспорт, 1977.-С. 326.
 2. Краткий автомобильный справочник. – М.: Транспорт, 1978.-384с.
 3. Островцев А.Н. Основы проектирования автомобиля.- М.: Машиностроение, 1971.-С.260.
 4. Бортницкий П.И., Задорожный В.И. Тягово-скоростные качества автомобилей.- Киев: Вища школа, 1978.-С.175.
 5. Илларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля.- М.: Машиностроение, 1971.-С.260.
 6. ГОСТ 22748-77, Автомобильный подвижной состав. Номенклатура основных наружных размеров.
 7. Сахно В.П., Безбородова Г.Б. та ін. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність /Навч. Посібник/.- К: В-во «КВІЦ», 2004.- С.174.
1. Цуранов О.А., Крысин А.Г. Холодильная техника и технология СПб: Лидер, 2004 - с. 378-396.
 2. Сонячна енергетика: теорія та практика Монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 340 с.
 3. Калініченко Володимир. Відновлювальні джерела енергії / Калініченко Володимир, Ришард Титко. – Київ, 2010. – 307 с.
 4. Т. Баерс. 20 конструкций с солнечными элементами / Т. Баерс. – Москва. – 420 с.
 5. Сонячна енергетика в Україні [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://avenston.com/articles/solar/>.
 6. Сонячні панелі, принцип роботи, характеристики та перспективи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ma.khnu.km.ua/sonpaneli.shtml>.

7. Експериментальні дослідження автомобіля з гібридною силовою установкою [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/15029>.

8. Вацлав С. Енергія та історія цивілізації / Смил Вацлав., 2020. – 400 с.