

Міністерство освіти і науки України
Департамент освіти і науки Львівської облдержадміністрації
Сокальська МАН

Відділення: фізика та астрономія
Секція: експериментальна фізика

ТЕПЛОВИЙ ДВИГУН МАЙБУТНЬОГО

Роботу виконала:

Чопик Анна Вікторівна,
учениця 9 класу Великомоствівської
загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів

Науковий керівник:

Кірик Юрій Ігорович, кандидат
фізико-математичних наук,
викладач фізики Сокальської МАН,
учитель фізики Великомоствівської
загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів

ТЕПЛОВИЙ ДВИГУН МАЙБУТНЬОГО

Чопик Анна Вікторівна

Львівське територіальне відділення МАН України

Великомостівська

загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів

Сокальського району, 9 клас.

Науковий керівник: **Кірик Юрій Ігорович**,

кандидат фізико-математичних наук,

викладач фізики секції юних фізиків Сокальської МАН,

учитель фізики

Великомостівської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів.

У роботі поставлено завдання теоретично обґрунтувати необхідність створення теплового двигуна, який не завдаватиме шкоди природі та дослідити і обчислити параметри руху цього нетрадиційного двигуна.

Ученицею проведено огляд літератури та електронних ресурсів по даній тематиці. Проаналізовано, яку шкоду завдають природі теплові електростанції та теоретично досліджено використання різних типів теплових двигунів. Ми ознайомились із максимальними значення їх ККД.

Використовуючи цікаве завдання турніру юних фізиків «Гаряча голова» 2009 року, було вирішено на його основі провести дослідження та застосувати їх для створення теплового двигуна без палива.

Нами досліджено рух нагрітої залізної кульки по поверхні слюди та розраховано швидкість її руху. Наші припущення про фізичний зміст причини старту нагрітої в кип'ятку кулі справдились стовідсотково, куля всі рази стартує в одному напрямі. Це напрям найшвидшого охолодження. Тому ми назвали нашу кулю тепловим двигуном без палива.

Ученицею також було встановлено фізичний зміст ККД нашого двигуна та обчислено його значення.

Хочемо запропонувати використовувати такий двигун для створення стартового моменту нових автомобілів, у яких колеса будуть у вигляді куль на магнітах. Ми отримали низький ККД, але користь нашого двигуна очевидна. При старті автомобілів виділяється величезна кількість шкідливих речовин від неякісного згорання палива. Наша ж кулька стартує сама!

Актуальність теми. Теоретичне та експериментальне підтвердження необхідності створення екологічно чистих теплових двигунів та розробка двигуна без палива.

Мета роботи полягала в розробці екологічно чистого теплового двигуна.

Предмет дослідження: залізна кулька як тепловий двигун.

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1	6
1.1. Теоретичні аспекти теплоенергетики	6
1.2. Екологічна шкода теплоенергетики	7
1.3. Шляхи вирішення екологічної проблеми	7
РОЗДІЛ 2	12
2.1. Розробка нашого теплового двигуна.....	12
2.2. Експериментальні дослідження.....	12
2.3. Розрахунки параметрів руху	13
2.4. Розрахунок ККД нашого двигуна.....	15
ВИСНОВКИ.....	16
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	17
ДОДАТКИ.....	18

ВСТУП

На сьогоднішній день людство стоїть на грані екологічної катастрофи. Забруднення довкілля досягло апогею. Промисловість і енергетика завдають нищівного удару по навколишньому середовищу. З джерела [1] дізналися, що майже **80%** усіх видів забруднення біосфери зумовлює саме енергетична промисловість, а теплоенергетика вносить найбільший негативний внесок у стан довкілля [2].

Проблема пошуку шляхів вирішення уникнення екологічного забруднення навколишнього середовища тепловими двигунами сьогодні гостро стоїть на порядку денному перед вченими та владою нашої держави.

Актуальність науково – дослідницької роботи полягає в теоретичному та експериментальному підтвердженні необхідності створення екологічно чистих, нетрадиційних, економних теплових двигунів, які є шляхом до вирішення екологічної та енергетичної кризи.

Мета роботи полягала в розробці екологічно чистого теплового двигуна. Предметом дослідження стала нагріта залізна кулька, яка самостійно стартує при охолодженні на поверхні пластини, виготовленої зі слюди.

Ідея використання цього явища належить керівнику роботи. Вона з'явилась після турніру юних фізиків ще у 2009 році, коли до розв'язування колективом авторів було запропоноване завдання «Гаряча голова». Ми побачили перспективу, вдосконалили наш експеримент, знайшли застосування.

Дослідження проводились у лабораторії шкільного фізичного кабінету за допомогою електронних приладів для уникнення похибки у розрахунках.

Перед нами стояло завдання теоретично обґрунтувати необхідність створення теплового двигуна без шкоди природі та дослідити його параметри руху. Ми очікували отримати чітке пояснення фізичного змісту причин старту нашого теплового двигуна та знайти застосування цьому двигуну. Прогнози справилися на 100 %!

Дослідження в нашій лабораторії проводились прецизійно, уникаючи побічних впливів зовнішніх факторів та похибок. Зокрема, добились горизонтальності поверхні, на якій холодна кулька перебувала в стані спокою, тобто байдужої

рівноваги. Температури повітря, води, снігу, кульки ми вимірювали кількома електронними терморезисторами. Експерименти показали, що кулька стартує на поверхні слюди постійно в одному напрямі - це напрям найшвидшого охолодження. Тому названо нашу залізну кулю тепловим двигуном без палива.

Теплове розширення, тепловий баланс та закон збереження енергії дозволили інтерпретувати рух кульки. Тепловим обміном з поверхнею слюди ми знехтували, бо це точковий теплообмін. Результати досліджень та вимірювань використано для встановлення фізичного змісту ККД нашого двигуна та обчислено його значення.

Мета роботи запропонувати використовувати такий двигун для нових автомобілів, що знаходяться на стадії розробки у відомих автомобільних концернах, у яких колеса хочуть зробити в вигляді куль на магнітах, як вказано в додатку А. Хоча отримано низький ККД нашого двигуна, але користь його очевидна.

При старті автомобілів з двигунами внутрішнього згорання в атмосферу виділяється величезна кількість шкідливих речовин від неякісного згорання палива та існування низького ККД. Наша ж кулька стартує сама! Тому робота повинна отримати логічне продовження!

РОЗДІЛ 1

Теоретична частина

1.1. Теоретичні аспекти теплоенергетики

Енергетика – найважливіший фактор у процесі перетворення природи людиною [1, 2]. Виробництво енергії, її транспортування і споживання набули глобального характеру. Створений людством енергетичний потенціал забезпечує сучасні технології освоєння навколишнього космічного простору. Поряд з тим, майже **80%** усіх видів забруднення біосфери зумовлює саме енергетична промисловість, яка включає добування, переробку і використання палива. Щорічне споживання енергії у світі зараз наближається до **25 – 35 млрд. тонн умовного палива**. Наслідком цього є виснаження світових запасів викопного палива. При цьому спалювання органічного палива в енергетичних установках супроводжується величезними викидами шкідливих речовин і побічного тепла в навколишнє середовище. На нинішньому етапі розвитку людства виникає необхідність у переведенні енергетичної промисловості на інтенсивний шлях, у впорядкуванні використання енергоносіїв на всіх рівнях, у пошуку і використанні альтернативних (екологічно чистих і невичерпних) джерел енергії.

Одним з напрямків пошуку енергорезервів та їх реалізації в Україні є програма державної підтримки розвитку нетрадиційної енергетики, яка є складовою частиною Національної енергетичної програми України. У програмі доповнено і розширено напрям розвитку, конкретизовано області застосування, уточнено обсяги впровадження нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики відповідно до основних показників національної енергетичної програми України.

Особливого значення набуває економія електроенергії. Тільки в Сполучених Штатах щорічно марно витрачається електроенергії на суму в мільярд доларів. Стільки енергії вистачило б на місто розміром із Чикаго. Зараз потужність двигунів складає 10^{10} кВт. Коли ця потужність досягне $3 \cdot 10^{12}$ кВт, то середня температура підвищиться на 1°C , що спричинить подальше танення льодовиків та катастрофічне підвищення рівня води світового океану.

1.2. Екологічна шкода теплоенергетики

Сьогодні внесок теплоенергетики в екологічне забруднення такий [2]:

- 75 % діоксиду сірки, 50 % оксиду азоту, 20 % твердих домішок.

Смертельні дози в річних викидах на млн. кВт:

- Алюміній і сполуки: 100 млн. доз;
- Залізо і сполуки: 400 млн. доз;
- Магній і сполуки: 1.5 млн. доз.

1.3. Шляхи вирішення екологічної проблеми

Використання альтернативних джерел енергії – ефективний шлях до вирішення екологічної проблеми, створюваної тепловими двигунами.

На фото 1.1 зображені альтернативні джерела енергії:



Фото 1.1 Альтернативні джерела енергії

- Енергія вітру:

Вітроенергетика — це галузь відновлюваної енергетики, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру. Вітер, як джерело енергії, є непрямою формою сонячної енергії, і тому належить до відновлюваних джерел енергії.

Використання енергії вітру є одним із найдавніших відомих способів використання енергії із навколишнього середовища, і було відоме ще в давні часи. В останні роки енергія вітру все ширше використовується для одержання електроенергії.

Створюються вітряки великої потужності і встановлюються на місцевості, де дмуть часті й сильні вітри.

Світовим лідером з використання енергії вітру є Німеччина. Тільки за перші 6 місяців 2001 року в ФРН було збудовано 673 нові вітрові електричні установки. П'ять традиційних країн вітроенергетики – Китай, США, Німеччина, Іспанія та Індія – разом представляють 72% світової потужності вітроенергетики.

На фото 1.2 можна побачити вітряки, встановлені у сусідній державі Польщі, які відвідав мій керівник:



Фото 1.2 Вітрова електростанція. Польща

Переваги: екологічно чистий вид відновлюваної енергії.

Недоліки: нестабільність, низький ККД, висока вартість, небезпека для дикої природи.

- Енергія Землі:

В електронному ресурсі [4] ми зустрілись з інформацією про геотермальну енергетику, яка базується, на основі використання природної теплоти Землі.

Відомо, що із заглибленням під землю зростає температура. За оцінками фахівців, у земній корі до глибини 7-10 км акумульоване тепло, загальна кількість, якого в 5 тис. разів перевищує теплоємність видобутого палива, що є на Землі. Теоретично, лише 1 % тепла, що міститься в земній корі до глибини 5 км, вистачило б для того, щоб вирішити енергетичні проблеми людства на найближчі 4 тис. років. Але на практиці це джерело енергій використовується ще дуже мало. На фото 1.3 зображена геотермальна енергетична станція:



Фото 1.3 Геотермальна енергетична станція

- Енергія Місяця:

В електронному ресурсі [5] ми зустрілись з такою інформацією про енергію океану, яку може використовувати людина. На фото 1.4 зображено використання енергії океанічних припливів та відпливів.

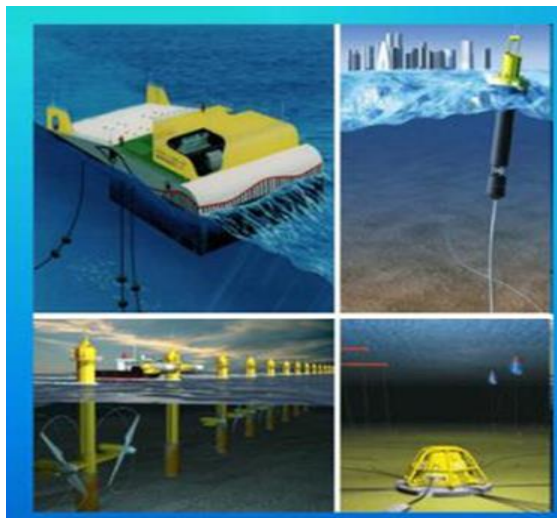


Фото 1.4 Використання енергії океанічних припливів та відпливів

Насамперед - це енергія припливів і відпливів, яку вже використовують для отримання електроенергії. Для цього споруджують спеціальні припливні електростанції . Вони діють у Франції, Росії , Китаї, Кореї, Великобританії та в інших країнах світу.

- Енергія Сонця:

Сонячна енергетика - це використання сонячної енергії для отримання енергії в будь-якому зручному для її використання вигляді. Сонячна енергетика

використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

Сонячна енергія – практично невичерпне джерело, потужність якого на поверхні Землі становить 20 млрд. кВт умовного палива.

На фото 1.5 з підручника з фізики для восьмого класу [3] бачимо вид сонячних батарей:



Фото 1.5 Сонячні батареї

Вчителі фізики нашого району побували на екскурсії, яку організував мій керівник, у с. Варяж Сокальського району, присвяченій використанню альтернативних джерел енергії. На фото додатку Б можна побачити установку з сонячних батарей.

Цікавим фактом є те, що корпорація «Дженерал Моторс» розробила автомобіль, який працює на сонячній енергії і називається «Санрейсер». Ряди сонячних елементів, установлені по боках і на задній частині корпусу автомобіля, використовуючи сонячне світло, заряджають акумулятори, на яких працює електромотор [6, с. 171]. Зображення такого автомобіля показано на фото 1.6.

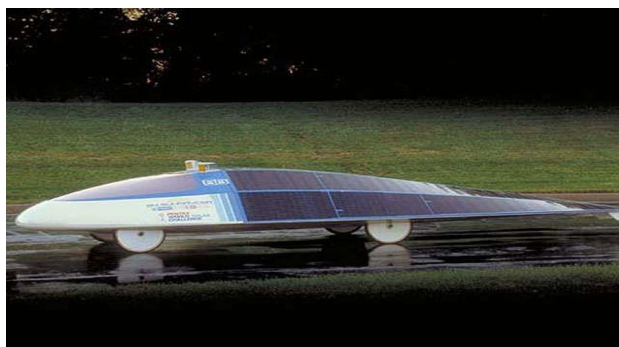


Фото 1.6 Автомобіль « Санрейсер»

Відомо, що велику частку в забрудненні атмосфери становлять викиди шкідливих речовин саме від автомобілів. Зараз на Землі експлуатується близько 1 млрд. автомобілів.

В даний час на частку автомобільного транспорту припадає більша частина усіх шкідливих викидів у навколишнє середовище, які є головним джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах. У середньому при пробігу 15 тис. км за рік кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26 - 30 т повітря, у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів більше потреб людини. При цьому автомобіль викидає в атмосферу (кг / рік): чадного газу - 700, діоксиду азоту - 40, незгорілих вуглеводнів - 230 і твердих речовин - 2 - 5. Крім того, викидається багато сполук свинцю через застосування в більшості своїй етилованого бензину.

Спостереження показали, що в будинках, розташованих поруч із великою дорогою (до 10 м), жителі хворіють на рак в 3 - 4 рази частіше, ніж у будинках, віддалених від дороги на відстань 50 м. Транспорт отруює також водойми, ґрунт і рослини.

РОЗДІЛ 2

Експериментальна частина

2.1. Розробка нашого теплового двигуна

В літературі [7,8] ми ознайомились з принципом роботи різних типів теплових двигунів. Основними їх складовими є нагрівник, робоче тіло, паливо, наприклад, та охолоджувач. Нам зрозумілий їх принцип дії та їх шкідливість. Звичайно, промисловість може продовжувати збільшувати ККД цих двигунів для зменшення викидів у атмосферу для покращення екології. Ми ж пропонуємо тепловий двигун без палива. Сьогоднішні великі автомобільні концерни пропонують замінити колеса кулями для підвищення стійкості та рухливості. Тому наша розробка актуальна не тільки з екологічної точки зору!

Наш двигун – нагріта металева куля, поставлена на підставку зі слюди. При охолодженні вона самостійно починає рух. Ми поставили перед собою завдання дослідити явище, знайти максимальну швидкість кулі і знайти ККД нашого двигуна.

2.2. Експериментальні дослідження

1. Слюда зустрічається в природних мінеральних утвореннях земної кори. Вона представляє собою породу вулканічного походження, яка утворилася в процесі охолодження розплавленої магми. Слюда – відмінний ізолятор, не проводить електрику та тепло. Вона має структуру шаруватих кристалів.

2. Кульку беремо залізну масою 65г при 0°C, остуджуючи її у мокрому снігу. Її об'єм, виміряний у мензурці - $V_0 = 8,3333 \text{ см}^3$. Використовуючи таблиці з довідників [9 – 12] ми знайшли значення необхідних нам величин для розрахунків.

Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha_{Fe} = 0.0000122 \frac{1}{^\circ K}$ для $\Delta t = 100 \text{ }^\circ C$.

Питома теплоємність заліза $460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ C}$.

Нагріваємо кульку у воді разом з водою до кипіння, на $\Delta t = 100 \text{ }^\circ C$.

Куля нагрілась і внаслідок цього вона розширилась в усіх напрямках:

$$V = V_0(1 + \beta \Delta t) \quad (2.1)$$

де $\beta = 3\alpha$ – коефіцієнт об'ємного розширення.

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (2.2)$$

де R - радіус холодної кульки при 0°C .

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (2.3)$$

де r – радіус нагрітої кульки.

Наслідок: від нагріву піднявся центр маси кульки.

Поставимо кульку на слюду. За рахунок остигання опускається центр маси. Ми знехтуємо теплообміном кульки зі слюдою, бо він є точковий, оскільки у них одна точка дотику, і тому його можемо не враховувати у рівнянні закону збереженні енергії.

Кулька набуває швидкості, а, отже, і кінетичної енергії E_k в напрямі швидшого остигання – в цю сторону швидше опуститься центр маси кульки, бо кулька була в стані байдужої рівноваги. В нагрітому стані кулька має запас потенціальної енергії ΔE_p :

$$\begin{aligned} \Delta E_p &= mg\Delta h_{\text{ц.м.}}, \\ \Delta h_{\text{ц.м.}} &= r - R \end{aligned} \quad (2.4)$$

де $\Delta h_{\text{ц.м.}}$ - зміна положення центра маси кульки.

Цей запас перейде в кінетичну E_k : $E_k = \frac{mv_1^2}{2}$.

За законом збереження енергії: $\Delta E_p = \frac{mv_1^2}{2}$, тобто: $mg\Delta h_{\text{ц.м.}} = \frac{mv_1^2}{2}$

$$v_1 = \sqrt{2g\Delta h} \quad (2.5)$$

v_1 - отримана швидкість кулі

Отже, в ідеальному випадку швидкість кульки залежить лише від $\Delta h_{\text{ц.м.}}$.

2.3. Розрахунки параметрів руху

Спробуємо оцінити від чого ще залежить $\Delta h_{\text{ц.м.}}$, а, отже, і v .

З формули (2.1):

$$V = V_0(1 + \beta\Delta t) = 8.3333(1 + 36.6 \cdot 10^{-6} \cdot 100) = 8.3638(\text{см}^3)$$

З формули (2.2):

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V_0}{4\pi}} = 1.257 \text{ (см)}$$

З формули (2.3):

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 1.259 \text{ (см)}$$

З формули (2.4):

$$\Delta h_{ц.м} = 0.002 \text{ см}$$

В реальності треба враховувати ще й обертову енергію кульки навколо центра мас:

$$E_{об} = \frac{j_k \omega^2}{2}$$

де $j_k = \frac{2}{5} mR^2$ - момент інерції кулі;

ω – кутова швидкість.

Тому:

$$mg\Delta h_{ц.м} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{j_k \omega^2}{2}$$

$$E_{об} = \frac{2}{5} mR^2 \cdot \frac{v_2^2}{R^2} = \frac{1}{5} mv_2^2.$$

Отже, отримали:

$$mg\Delta h_{ц.м} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{1}{5} mv_2^2 = \frac{7}{10} mv_2^2;$$

$$v_2^2 = \frac{10}{7} g\Delta h;$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{10}{7} g\Delta h} \quad (2.6)$$

Наслідок:

З формул (2.6) і (2.5) бачимо, що $v_2 < v_1$ - кульку буде гальмувати сила тертя спокою, яка перешкоджає проковзуванню. При цьому кінетична енергія поступального руху зменшиться.

За формулою (2.5) знаходимо v_1 :

$$v_1 = \sqrt{2g\Delta h} = \sqrt{20 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}} = 0.02 \text{ (м/с)}.$$

За формулою (2.6) знаходимо v_2 :

$$v_2 = \sqrt{\frac{10}{7} g \Delta h} = \sqrt{\frac{10}{7} 102 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}} \approx 0.017 \text{ (м/с)}.$$

З досліду ми визначили швидкість кульки $v_2^{\text{екс}}$ теж:

$$v_2^{\text{екс}} = 1.5 \text{ см/с} = 0.015 \text{ м/с}.$$

Отримане менше значення швидкості зумовлене появою сили тертя кочення кульки по поверхні слюди.

2.4. Розрахунок ККД нашого двигуна

ККД нашого двигуна – це відношення набутої кінетичної енергії кульки до затраченої на її нагрівання теплоти:

$$\text{ККД} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{cm\Delta t} \cdot 100\% \quad (2.7)$$

З формули (2.7) отримуємо: $\text{ККД} = \frac{\frac{mv_2^2}{2}}{cm\Delta t} \cdot 100\% = 0.63 \cdot 10^{-6} \%$.

ВИСНОВКИ

I. У роботі пояснено необхідність створення екологічно чистих теплових двигунів, у зв'язку з наближенням екологічної катастрофи на Землі, яка виникає внаслідок забруднення промисловими відходами, тепловими станціями та тепловими двигунами!

II. Пояснено фізичний зміст дії нашого двигуна: нерівномірне остигання кульки. При цьому кулька починає рух з положення байдужої рівноваги в сторону, яка швидше остигла. Це ніби рух з похилої площини. Кулька весь час стартувала в одному напрямку, що свідчить про правдивість названої причини.

III. Енергію такого двигуна можна використовувати для коліс нового покоління, виготовлених у формі куль, для екологічно чистих автомобілів для створення екологічно чистого старту.

IV. Невеликий ККД нашого двигуна – це початок нового дослідження!

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Екологічні проблеми енергетики. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.referat.com/>.
2. Теплова електростанція. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: . <https://ukr.m.wikipedia.org/wiki/>.
3. Сиротюк В.Д. Фізика. 8 клас. Київ: «ГЕНЕЗА», 2016. – 192 ст.
4. Енергія підземного тепла. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.novacologia.org/voecos-2096-1.html.
5. Припливна електростанція. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukr.m.wikipedia.org/wiki/>.
6. Велика енциклопедія школяра. – 4-те вид., без змін. – К.:ТОВ «Перо», 2013 – 664 ст.
7. Дутчак Я.Й., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. – Київ: НМК ВО, 1991.– 347 ст.
8. Гончаренко С.У. Фізика. 10 клас. – Київ: «Освіта», 1996. – 271 ст.
9. Енохович А. С. Справочник по физике. – Москва: «Просвещение», 1990. – 415 ст.
10. Римкевич А.П., Римкевич П.А. Збірник задач з фізики для 8-10 класів. – Київ: «Радянська школа», 1983. – 176 ст.
11. Римкевич А. П. Збірник задач з фізики для 9-11 класів середньої школи. – Київ: «Радянська школа», 1991. – 176 ст.
12. Лукашик В. І. Збірник запитань і задач з фізики для 7 – 8 класів. – Київ: «Радянська школа», 1993. – 209 ст.
13. Автомобіль майбутнього. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://newsukraine.com.ua/news/>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Фото автомобіля майбутнього [13]:



Додаток Б

Фото сонячних батарей, які встановлені громадою с. Варяж нашого Сокальського району Львівської області:

