

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Доцяк Володимир Іванович
Volodymyr Dotsiak

УДК 004:681.5

Спеціальність 123 “Комп'ютерна інженерія”
(шифр та назва спеціальності)

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Модернізація системи контролю за технічним станом двигуна
внутрішнього згорання мотоцикла на основі мікроконтролера
ATmega

Modernization of the control system of the technical condition for an
internal combustion engine of a motorcycle based on the ATmega
microcontroller

Науковий керівник:
кандидат фіз.-мат. наук,
доцент Павлюк М.Ф.

Рецензент:
Кандидат фіз.-мат. наук,
професор кафедри фізики і
твердого тіла
Прокопів В. В.

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській дипломній роботі розглянуто пристрій, який дозволяє виміряти температуру двигуна мотоцикла, напругу акумулятора і розрахувати час роботи двигуна (мотогодини). Після отримання даних пристрій виводить їх на дисплей, чи передає на смартфон за допомогою Bluetooth модуля.

Для практичної реалізації пристрою обрані такі модулі: адаптер термопари К-типу MAX6675, дільник напруги, годинник реального часу DS 1307, модуль Bluetooth HC-05, дисплей LCD 2004A та плата Arduino Nano v.3.0 на базі мікроконтролера ATmega328.

При виконанні бакалаврської роботи були розроблені електрична та функціональна схеми пристрою, програма на мові C/C++ в середовищі розробки Arduino IDE, та проведено економічну оцінку розробленого пристрою.

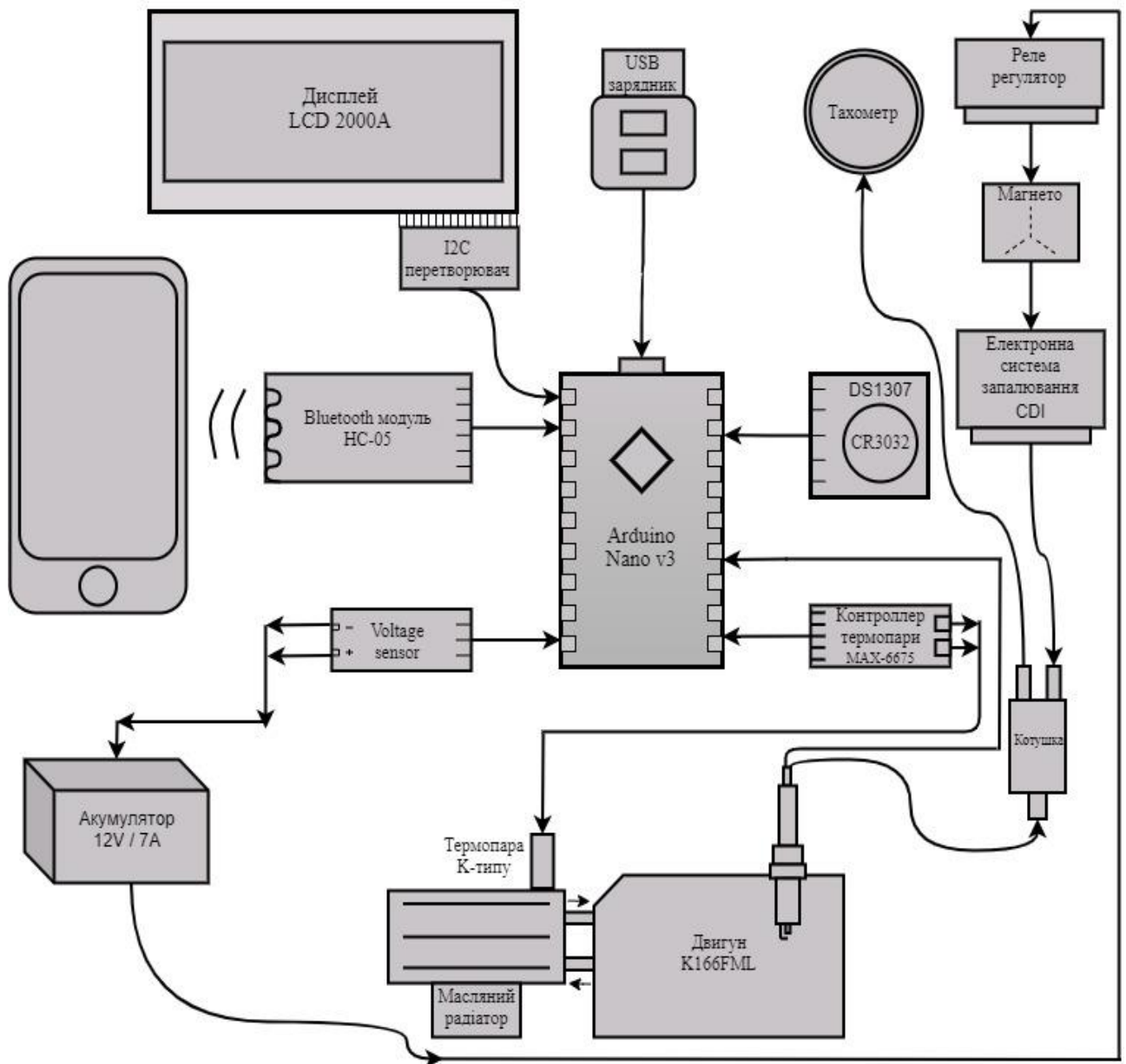
ABSTRACT

In graduation work has regard a device that allows you to measure the engine temperature of the motorcycle, battery voltage and calculate the operating time of the engine (motohours). After receiving the data, the device displays it on LCD 2004 or transmits to the smartphone using a Bluetooth module.

The following modules was selected to implement the device: K-type thermocouple adapter MAX6675, voltage divider, real-time clock DS 1307, Bluetooth module HC-05, LCD display 2004A and Arduino Nano v.3.0 board based on ATmega328 microcontroller.

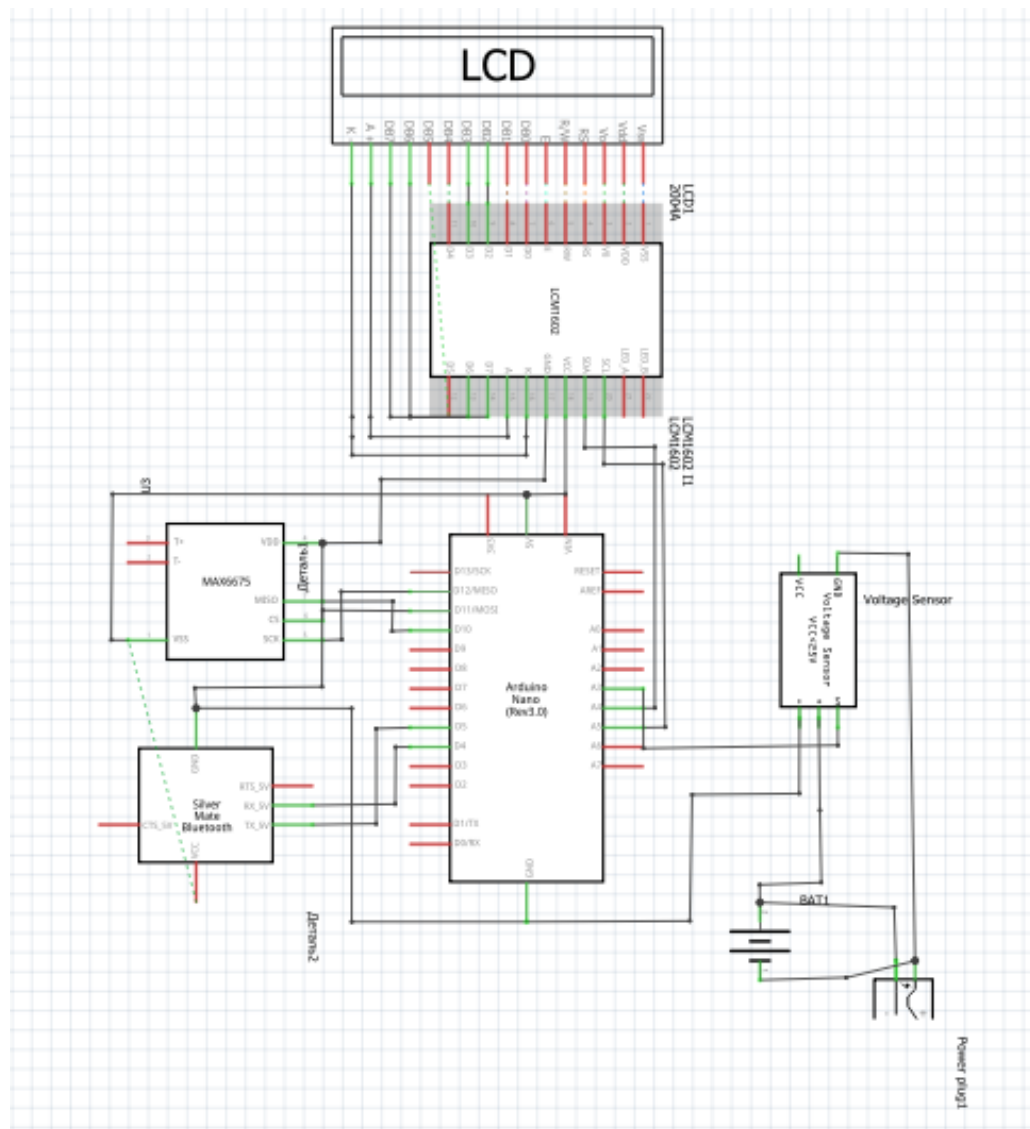
During the graduation work were developed electrical and functional diagrams of the device, the program in C / C ++ in the development environment Arduino IDE, and an economic evaluation of the developed device.

					<i>123.KI-41.06</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив	Доляк В. І				Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірив	Павлюк М.Ф.						3	1
Н. Контр.								
Затвердив								



123.KI-41.06

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Блок-схема пристрою	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Доляк В. І.						4	1
Перевірив	Павлюк М.Ф.							
Н. Контр.								
Затвердив								



123.KI-41.06

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Принципова електрична схема	Лім.	Арк.	Аркушів
Розробив	Доцяк В. І.						5	1
Перевірив	Павлюк М.Ф.							
Н. Контр.								
Затвердив								

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
на тему:

“Модернізація системи контролю за технічним станом двигуна
внутрішнього згорання мотоцикла на основі мікроконтролера
АТmega”

					<i>123.KI-41.06</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив	Доляк В. І.				Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірів	Павлюк М.Ф.						6	57
Н. Контр.								
Затвердив								

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання.

RPM – (revolutions per minute) – одиниця вимірювання частоти обертання, кількість оборотів за одну хвилину.

I2C (Inter-Integrated Circuit) – шина даних, яка використовується для зв'язку периферійних пристроїв з материнською платою.

IDE (Integrated Development Environment) – інтегроване середовище розробки.

API (Application Programming Interface) – набір протоколів взаємодії, визначень підпрограм та засобів для швидкого створення програмного забезпечення.

ПЗ (Software) – програмне забезпечення.

IoT (Internet of Things) – мережа, що складається з взаємопов'язаних мережею фізичних пристроїв, так званий інтернет речей.

ЕРС – електрорушійна сила.

RTC (Real-time clock) – годинник реального часу.

					123.KI-41.06	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. Контроль технічного стану двигуна внутрішнього згорання та акумулятора мотоцикла	10
1.1. Температура двигуна	10
1.2. Вихідна напруга акумулятора	12
1.3. Розрахунок мотогодин роботи двигуна	15
РОЗДІЛ 2. Вибір компонентів і програмного забезпечення для реалізації пристрою	19
2.1. Вибір мікроконтролера	19
2.2. Вибір середовища розробки	20
2.2.1. Programino	21
2.2.2. CodeBlocks (Arduino IDE)	23
2.2.3. B4R (Basic for Arduino)	25
2.2.4. Arduino IDE	27
2.3. Вибір пристрою для вимірювання температури	29
2.4. Вибір вольтметра	32
2.5. Годинник реального часу	34
2.6. Вибір дисплею	35
2.7. Вибір модуля для безпроводної передачі даних	37
РОЗДІЛ 3. Проектний розділ	39
РОЗДІЛ 4. Економічна оцінка виробу	44
РОЗДІЛ 5. Правила техніки безпеки при виготовленні пристрою	48
5.1. Заходи безпеки при виконанні паяльних робіт	48
5.2. Заходи безпеки при роботі з системою запалювання і акумулятором	51
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	55

									Арк.
									8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВСТУП

На сучасних автомобілях з заводу встановлені датчики температури, заряду акумулятора та в деяких випадках тахометри з додатковим лічильником мотогодин, однак на мотоциклах через брак місця і специфіку двигунів такі пристрої можна зустріти вкрай рідко. На ринку можна існує доволі багато моделей, які виконують одну з вищезгаданих функцій, але досі ніхто так і не розробив систему повного контролю технічного стану силового агрегату з можливістю адаптації під різні моделі мотоциклів і типи системи охолодження.

Створена система повинна бути надійною та з хорошою швидкістю, тому особлива увага приділяється вибору модулів та мікроконтролера. Також важливо дотримуватись техніки безпеки при виготовленні і встановленні пристрою, бо неправильне поводження з робочим інструментом і системою запалювання може призвести до травм.

Метою бакалаврської дипломної роботи була розробка і практична реалізація пристрою, який дозволяє виміряти температуру двигуна мотоцикла, напругу акумулятора і розрахувати час роботи двигуна (мотогодини). Після отримання даних пристрій виводить їх на дисплей, чи передає на смартфон за допомогою Bluetooth модуля.

					123.KI-41.06	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ТА АКУМУЛЯТОРА МОТОЦИКЛА

Для продовження експлуатаційного терміну силового агрегату мотоцикла потрібно постійно слідкувати за його технічним станом. Насамперед важливо не допускати перегрівів і детонації в двигуні, підтримувати достатній рівень заряду акумулятора та дотримуватись міжсервісних інтервалів.

1.1. Температура двигуна

Процес згорання паливно-повітряної суміші супроводжується виділенням доволі великої кількості тепла, так як в камері згорання досягається температура в районі 2000 градусів і вище. Система охолодження підтримує оптимальний тепловий режим в діапазоні 85-95 градусів. Для деяких типів ДВЗ з повітряним охолодженням нормальною являється температура до 110 градусів. При підтриманні робочої температури краще відбувається наповнення циліндрів, витрачається менше палива, стабільніший запуск і надійність експлуатації двигуна.

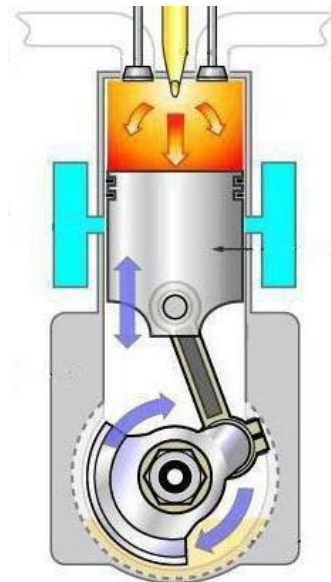


Рис. 1.1. Робота двигуна внутрішнього згорання

Перегрів мотора призводить до кипіння і випаровування охолоджуючої рідини. Як тільки рідина повністю википить, охолодження припиниться і

									Арк.
									10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

температура двигуна стане рости дуже швидко. В конструкції силового агрегату передбачені теплові зазори, але при сильному перегріві вони руйнуються а метал продовжує розширюватись, що в кінцевому рахунку призводить до швидкого зношення деталей і виходу з ладу ДВЗ.

Навіть незначний перегрів може призводити до так званої детонації, при якій паливно-повітряна суміш спалахує до того, як свічка запалювання дала іскру.

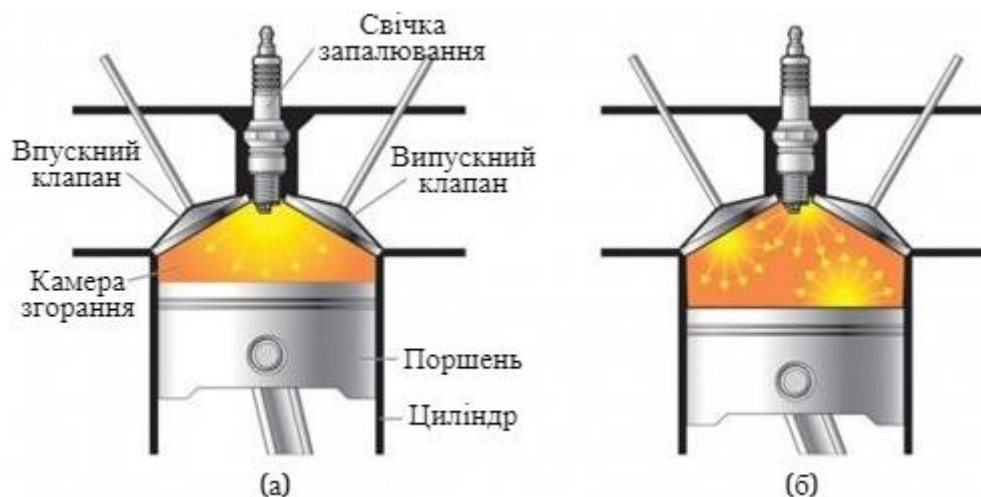


Рис. 1.2. Нормальний режим роботи (а) і детонація в двигуні (б)

При детонації запалювання відбувається коли поршень ще рухається до верхньої мертвої точки. Вихлопні гази дуже швидко розширюються, але поршень намагається їх стиснути. В результаті в камері згорання утворюється дуже великий тиск, який перевищує допустимий рівень в декілька разів. Ударна хвиля від запалювання паливно-повітряної суміші з величезною силою б'є в дно поршня і стінки циліндра поступово руйнуючи їх. Ця хвиля утворює звукові коливання, які сприймаються водієм як металічний стукіт в двигуні. Зрозуміло, що ДВЗ не можуть протягом тривалого часу витримувати такі умови.

Основні наслідки детонації двигуна:

- Прогорає прокладка блока циліндрів;
- Руйнуються перегородки поршневих кілець;
- Перегриваються деталі двигуна;
- Падає потужність ДВЗ.

									Арк.
									11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.KI-41.06				



Рис. 1.3. Процес сульфатації пластини акумуляторної батареї

Критичною можна назвати напругу батареї в 11,5 вольт і нижче. Такий низький рівень заряду не дозволить стартувати двигуну і акумулятор можна вважати розрядженим.

Можна виділити три основні види напруги акумуляторної батареї: нормальна (фактична), номінальна і напруга під навантаженням.

Нормальна робоча напруга знаходиться на рівні 12,2 – 12,7 В. Це показник напруги акумулятора без навантаження.

Номінальна напруга – це узагальнене значення вихідної напруги батареї, яке часто можна зустріти в технічній літературі. Для акумулятора воно знаходиться на рівні 12 вольт.

Найважливішим параметром, який дозволяє діагностувати стан батареї, являється так звана напруга під навантаженням, яку можна перевірити наступним чином:

На батарею за допомогою пристрою під назвою “навантажувальна вилка” (Рис. 1.4.) подають струм, який в два рази перевищує ємність акумулятора, тобто при ємності 70 А/год необхідно подати струм 140 ампер. Навантаження подається приблизно на 3-6 секунд і якщо напруга акумулятора не опустилась нижче 9 вольт, значить все в порядку. Падіння напруги до 5-6 В сигналізує про те, що батарею потрібно зарядити. Якщо після зарядки при тестуванні напруга знову знаходиться на рівні 5-6 В, значить батарея потрібно замінити.

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Напруга в акумуляторі прямо залежить від густини електроліту. В процесі розрядження знижується кількість кислоти в електроліті, а зарядка навпаки відновлює процентне відношення кислоти в розчині. При зниженні густини відбувається зниження вихідної напруги, тобто можна виділити умовну пропорцію: при густині електроліту $1,27 \text{ г/см}^3$ напруга акумулятора знаходиться на рівні 12,7 вольт.

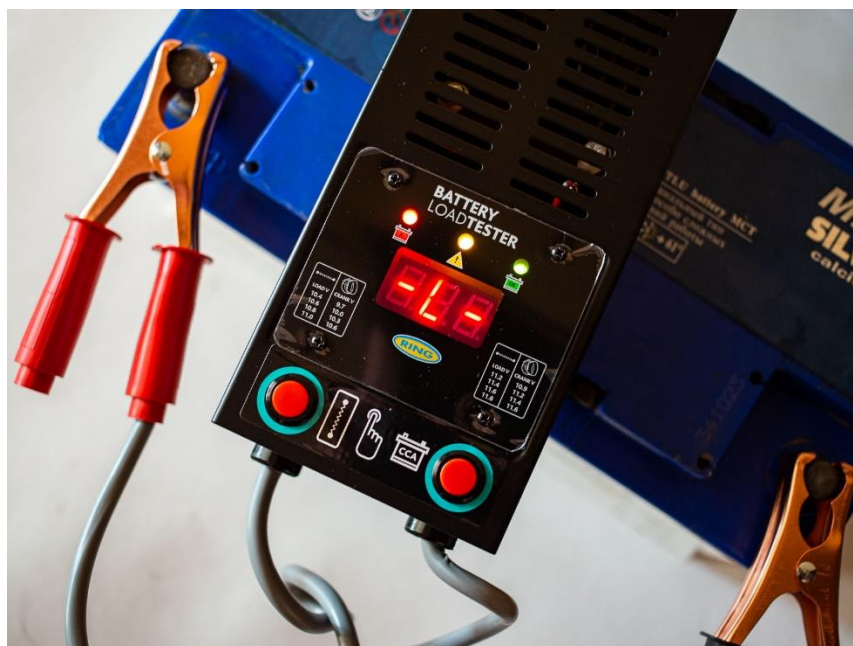


Рис. 1.4. Перевірка акумулятора за допомогою “навантажувальної вилки”

Низька температура навколишнього середовища викликає зміну густини електроліту. В залежності від заряду акумулятора можна робити висновки про реакцію напруги при низькій температурі.

Зимом у повністю зарядженої батареї підвищиться густина, що призводить до підвищення рівня вихідної напруги. Якщо ж батарея розряджена, то густина знизиться через мороз і запуск двигуна може викликати певні труднощі.

Часто водії вважають, що в холодну пору року акумулятор додатково розряджається через мороз. Насправді низька температура не викликає погіршення параметрів батареї, а просто-напросто сповільнює швидкість протікання хімічних процесів.

									Арк.
									14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1.3. Розрахунок мотогодин роботи двигуна

Мотогодина - це одиниця вимірювання навантаження працюючого двигуна. Вона відповідає одній астрономічній годині при холостих обертах двигуна (приблизно 1600 об/хв). Цей показник не пропорційний пробігу, а зав'язаний на співвідношенні часу і потужності, тому показує дійсну картину зношення компонентів двигуна. Це дуже логічний підхід, бо саме характер експлуатації мотоцикла дозволяє доволі точно оцінити ступінь зношення деталей і без проблем дотриматись інтервалу сервісного техобслуговування та заміни розхідників. Для кожного двигуна інтервал обслуговування різний і вказаний в довідниках по експлуатації транспортного засобу.

Способи розрахувати кількість мотогодин:

- За оборотами колінвалу (1 мотогодина = 96000 оборотів);
- За кількістю розрядів котушки запалювання;
- За часом роботи двигуна;
- За кількістю витраченого палива.

Розрахувати мотогодини за часом роботи двигуна і кількістю витраченого палива доволі проблематично, до того ж такі обчислення дають дуже неточні результати, тому найчастіше використовують датчики, які встановлені на колінчатому валі, переривачі-розподільнику запалювання або на котушці запалювання.

Прийнято вважати, що холості обороти прирівнюють одну астрономічну годину до одної мотогодини. При помірній експлуатації число оборотів колінчатого валу збільшується приблизно на третину, тобто мотогодина буде прирівнюватись до 80-100 хвилин реального часу. Година роботи ДВЗ при підвищеному рівні навантаження дорівнює двом і більше мотогодинам.

З цього можна вивести формулу відношення однієї мотосекунди до кількості оборотів колінчатого валу:

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\frac{1600 \text{ об/хв}}{60 \text{ сек.}} = 26.6 \quad (1.1)$$

Тобто, 26.6 оборотів колінчатого валу прирівнюються до однієї мотосекунди. Ця формула допоможе при створенні доволі точного пристрою підрахунку мотогодин з базовою одиницею виміру в одну секунду.

Щоб зняти показання з колінчатого валу можна використати магніт і датчик Холла, який буде видавати контролеру електричний сигнал при зафіксованій зміні інтенсивності магнітного поля (Рис. 1.5)



Рис. 1.5. Датчик положення колінвалу

Також, можна рахувати мотогодини за кількістю розрядів, які видають котушки запалювання. Для цього до первинної обмотки котушки або високовольтного кабелю свічки запалювання кріпиться провід, який через дільник напруги буде передавати сигнал мікроконтролеру. Тільки в цьому випадку прийдеться програмно розрахувати обороти колінчатого валу, оскільки вони не відповідають кількості розрядів колінчатого валу. Для цього використовується формула:

$$N = \frac{RPM * C}{T} \quad (1.2)$$

									Арк.
									16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Де N – кількість розрядів іскри, С – число циліндрів двигуна, RPM – обороти колінвалу, Т – кількість тактів двигуна (для двотактового значення Т дорівнює нулю, для чотирьохтактного Т = 2). Приклад: для чотирьохтактного, шестициліндрового двигуна при 3000 оборотів число іскроутворень буде в районі 9000 іскор в хвилину.

Таблиця 1.1. Відношення кількості розрядів котушки запалювання до оборотів колінвалу, мотогодин і навантаження на двигун

Кількість розрядів котушки	RPM колінвалу	Мотосекунди	Мотохвилини	Мотогодини	Навантаження на двигун (%)
200	400	7,52	0,13	0,002	12,53%
400	800	15,04	0,25	0,004	25,06%
600	1200	22,56	0,38	0,006	37,59%
800	1600	30,08	0,50	0,008	50,13%
1000	2000	37,59	0,63	0,010	62,66%
1200	2400	45,11	0,75	0,013	75,19%
1400	2800	52,63	0,88	0,015	87,72%
1600	3200	60,15	1,00	0,017	100,25%
1800	3600	67,67	1,13	0,019	112,78%
2000	4000	75,19	1,25	0,021	125,31%
2200	4400	82,71	1,38	0,023	137,84%
2400	4800	90,23	1,50	0,025	150,38%
2600	5200	97,74	1,63	0,027	162,91%
2800	5600	105,26	1,75	0,029	175,44%
3000	6000	112,78	1,88	0,031	187,97%
3200	6400	120,30	2,01	0,033	200,50%
3400	6800	127,82	2,13	0,036	213,03%
3600	7200	135,34	2,26	0,038	225,56%
3800	7600	142,86	2,38	0,040	238,10%
4000	8000	150,38	2,51	0,042	250,63%
4200	8400	157,89	2,63	0,044	263,16%
4400	8800	165,41	2,76	0,046	275,69%
4600	9200	172,93	2,88	0,048	288,22%
4800	9600	180,45	3,01	0,050	300,75%
5000	10000	187,97	3,13	0,052	313,28%

У таблиці 1.1. наглядно показано, як при збільшенні кількості оборотів колінвалу буде рости навантаження на ДВЗ і відповідно зростатиме швидкість

зношення деталей. Ця табличка не являється універсальною, а підходить саме для чотирьохтактних, одноциліндрових двигунів (наприклад K166FML, MD21E, K419 і інших).

					<i>123.KI-41.06</i>	<i>Арк.</i>
						18
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2

ВИБІР КОМПОНЕНТІВ І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИСТРОЮ

Сконструйований пристрій повинен відповідати вимогам надійності та швидкодії, тому до питання вибору компонентів потрібно підійти з максимальною відповідальністю та виваженістю.

2.1. Вибір мікроконтролера

Вибір мікроконтролера – це дуже відповідальний процес, оскільки саме від нього залежить прийом і обробка вхідних даних. Мікроконтролер повинен мати хороший процесор для швидкого опрацювання інформації і керування системою, достатній об'єм пам'яті для зберігання скетчу та бюджетну ціну, щоб пересічна людина могла самостійно сконструювати пристрій.

На ринку існує доволі багато різних плат для управління модулями, однак найчастіше використовують мікроконтролери Arduino та ESP. Серед любителів через свою надійність і ціну особливою популярністю користується плата Arduino Uno, однак для проекту було вирішено використовувати її компактнішу версію Arduino Nano v3 з тією же функціональністю (рис. 2.1).

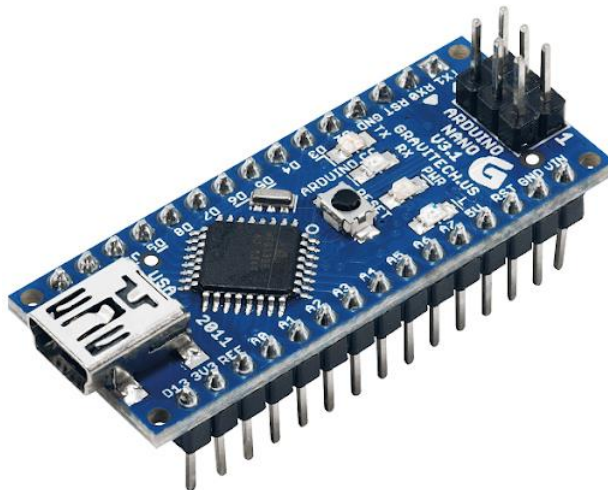


Рис. 2.1. Плата Arduino Nano

Nano входить в трійку найпопулярніших Arduino плат. Вона працює на чіпах ATmega168 (v2) та ATmega328P (v3). Плата отримує живлення через порт mini-USB при підключенні до комп'ютера, або з зовнішнього джерела живлення

									Арк.
									19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.2.1. Programino

Programino (рис 2.1.) – платне середовище розробки для Arduino, Genuino і інших сумісних плат, яке потребує завчасно встановленого Arduino IDE. При першому запуску потрібно вказати шлях до файлу `arduino.exe` і директорії, в якій зберігаються бібліотеки. Середовище розробки підтримує такі мови програмування і формати файлів: C Header, C, C++, HTML, CSS, JavaScript, Arduino, Text.



Рис. 2.4. Логотип IDE Programino

“Фішка” даної IDE - це функція автодоповнення коду, тобто відпадає потреба постійно шукати потрібні методи та команди Arduino. Користувач починає набирати команду і IDE пропонує вибрати потрібний варіант з списку запропонованих. Наприклад, користувач набирає “analog” і середовище розробки пропонує варіанти: “analogReference”, “analogWrite” і інші можливі.

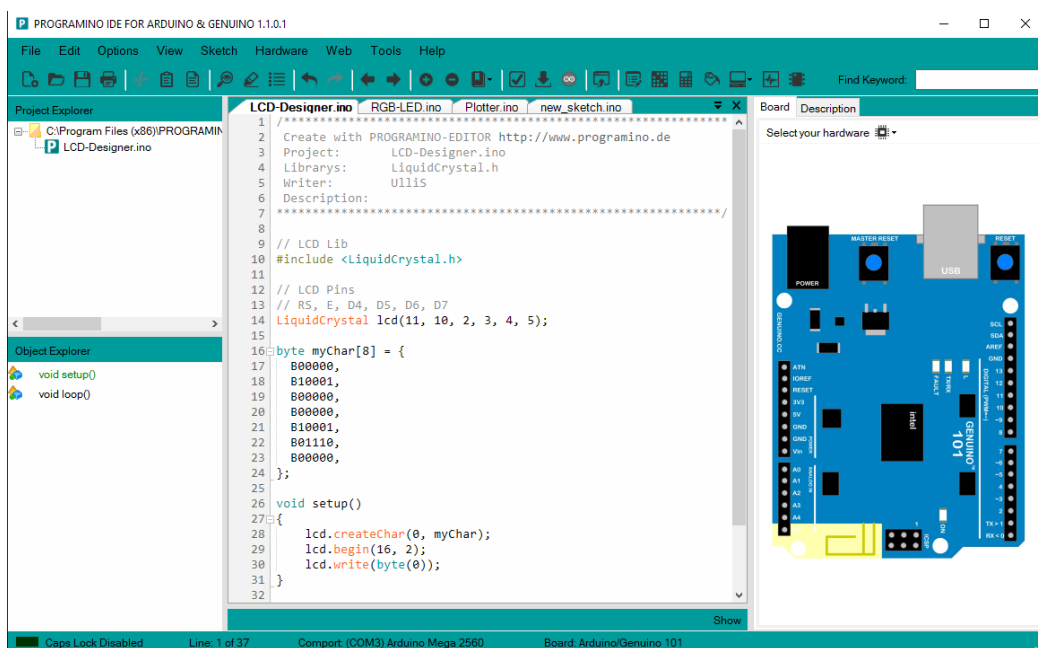


Рис. 2.5. Інтерфейс IDE Programino

Також, в цій IDE є декілька корисних інструментів, які доступні в меню Tools. Наприклад, функція Analog Plotter дозволяє візуалізувати дані, що приходять в COM-порт плати Arduino. Це дуже зручно, оскільки з'являється можливість відобразити показання в часі будь-яких аналогових датчиків: освітлення, тиску, температури, вологості і інших. IDE має веб-редактор для інтернету речей, дизайнер LCD символів та зручний блокнот.

Для успішного запису скетчу в флеш-пам'ять потрібно в меню Hardware плати і порт, до якого вона під'єднана. Після цього потрібно в меню натиснути на іконку з зображенням загрузки. IDE Programino завантажить скетч і покаже дані про розмір скетчу та вільних ресурсів плати Arduino.

Можна виділити такі переваги даного IDE:

- Повна сумісність з Arduino і Genuino;
- Легка компіляція і загрузка;
- Функція аналогового плотера;
- Веб-редактор для IoT (інтернет речей);
- Функція автодоповнення коду;
- Дизайнер LCD символів.

Недоліки:

- Існує тільки платна версія програми;
- Пробний період триває 14 днів;
- Потрібно Arduino IDE в якості основи;
- При першому запуску потрібно витратити час на налаштування програми.

2.2.2. CodeBlocks (Arduino IDE)

Code::Blocks (рис. 2.3.) – багатоплатформне середовище розробки з відкритим вихідним кодом, яке написане на мові C++ та використовує бібліотеку віджетів wxWidgets. Дане IDE підтримує мови програмування C, C++, Fortran та D, велику кількість компіляторів та дозволяє імпортувати проекти з Dev-C++ і

									Арк.
									23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Microsoft Visual Studio. Основна перевага Code::Blocks - це можливість підключати додаткові модулі, тобто користувач має змогу налаштувати середовище розробки відповідно до своїх потреб.



Рис. 2.6. Логотип IDE Code::Blocks

CodeBlocks Arduino IDE – це модуль, який дозволяє розробляти програмне забезпечення для плат Arduino. В цьому модулі є все необхідне для розробника, а саме: компіляція та навігація кодом, відображення структури проекту, пошук помилок та завантаження готової програми безпосередньо в плату Arduino.

За допомогою спеціального майстра проектів доволі легко створити готовий проект для Arduino. Дистрибутив автоматично підключає до проекту актуальні файли ядра, стандартні бібліотеки, монітор порта та симулятор Arduino на API рівні.

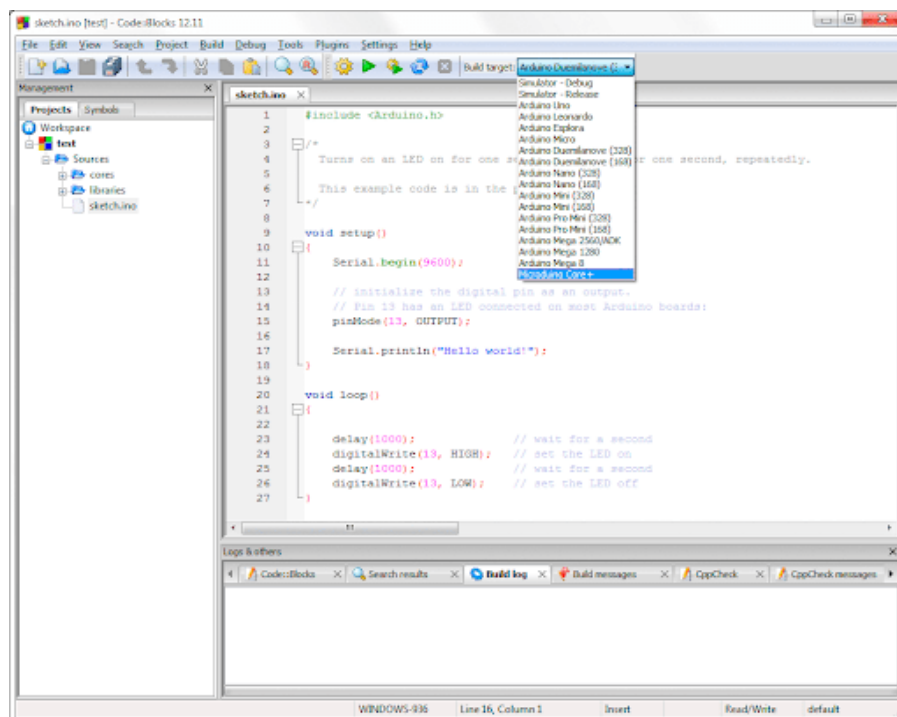


Рис. 2.7. Інтерфейс CodeBlocks Arduino IDE

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	123.KI-41.06	

Переваги:

- Відкритий вихідний код;
- Вбудований майстер для швидкої розробки ПЗ;
- Швидка компіляція коду;
- Підтримка популярних плат Arduino;
- Вбудований симулятор Arduino на API рівні;
- Підтримка великої кількості компіляторів.

Недоліки:

- Модулі потрібно власноруч скачувати і встановлювати;
- Для коректної роботи IDE треба уважно налаштувати всі компоненти і прописати шляхи для компілятора і бібліотек;
- Проблеми з кодуванням і кирилицею;
- Можливе зависання програми під час компілювання;
- Конфлікт з деякими антивірусами.

2.2.3. B4R (Basic for Arduino)

B4R – середовище розробки, яке унікальне тим, що використовує мову програмування Basic. Також, це IDE підтримує функцію автодоповнення коду і часто використовується для розвитку IoT. Крім того, дистрибутив абсолютно безплатний.

При першому запуску потрібно вказати шлях до директорії з Arduino IDE і потрібним бібліотекам та модулям, або пізніше виконати всі потрібні налаштування в меню.



Рис. 2.8. Логотип IDE B4R

									Арк.
									25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Функція автодоповнення коду.

Недоліки:

- IDE доволі складна для новачків;

2.2.4. Arduino IDE

Arduino IDE – це найпопулярніше середовище розробки, яке знайоме кожному, хто хоча б раз створював програмні скетчі для Arduino. Середовище розроблене на мовах програмування C/C++ і запускається на операційних системах Windows, MacOS та Linux.



Рис. 2.10. Логотип Arduino IDE

В ньому є весь необхідний мінімум для розробки програм: компіляція, написання і перевірка коду, завантаження скетчу в мікроконтролер, монітор послідовного порту.

Вихідний код випущений під загальнодоступною ліцензією на вільне розповсюдження програмного забезпечення (GNU). Arduino IDE надає доступ до бібліотеки програмного забезпечення з проекту Wiring, яка включає в себе багато процедур вводу/виводу. Для створення скетчу потрібні тільки дві базові функції для запуску основного циклу програми і ескізу, які напряму пов'язані і скомпільовані з основною функцією `main ()` в циклічну програму з ланцюжком інструментів GNU, який включений в дистрибутив IDE. Для перетворення коду в текстовий файл в шістнадцятковій системі числення і подальшого завантаження його в мікроконтролер використовується програма `avrdude`.

										Арк.
										27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

З ростом популярності плат Arduino інші виробники почали впроваджувати користувацькі інструменти і компілятори з відкритим вихідним кодом, які можуть створювати і завантажувати скетчі в інші мікроконтролери, які не підтримуються офіційною лінійкою плат Arduino.



```
Blink | Arduino 1.8.5

Blink §

This example code is in the public domain.

http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
*/

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

32 Arduino/Genuino Uno on COM1
```

Рис. 2.11. Інтерфейс Arduino IDE

В жовтні 2019 року користувачам був наданий ранній доступ до нової версії Arduino Pro IDE з можливістю відладки коду і іншими розширеними функціями, тобто організація продовжує активно розвивати і вдосконалювати свій продукт.

Переваги:

- IDE написане на популярних мовах програмування C/C++;
- Повністю безплатний інструмент розробки;
- Зручність користування;
- Активний розвиток;
- Аскетичність.

Недоліки:

- В звичайній версії немає розширених функцій розробки.

									Арк.
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.3. Вибір пристрою для вимірювання температури

Для вимірювання температури існує доволі багато різних пристроїв, однак виміряти високу температуру масла в працюючому двигуні і передати дані на плату Arduino зможуть далеко не всі термометри. Рідинні термометри і датчики з термісторами (DHT22 і подібні) хоч і доволі дешеві, але не зможуть витримати високу температуру, а пірометри коштують доволі дорого, мають великі габарити і їх складно закріпити на рамі мотоцикла, тому було вирішено використовувати так званий термоелектричний термометр і модуль перетворювач для Arduino.

Широкому застосуванню в наукових дослідженнях і промисловості термоелектричні термометри (термопари) зобов'язані насамперед своєю простотою, можливістю вимірювати локальної температури і зручністю монтажу. Також, до числа достоїнств термопар відноситься широкий діапазон вимірюваних температур, можливість працювати в агресивних середовищах та мала інерційність.

Діапазон температур, який можна виміряти термопарою, доволі великий: від температури, близької до абсолютного нуля, до температур, при яких тільки деякі речовини залишаються твердими. Термопара виготовляється з двох провідників із різнорідних матеріалів, які з'єднані на кінці і утворюють пристрій, який використовує термоелектричний ефект для вимірювання температури.

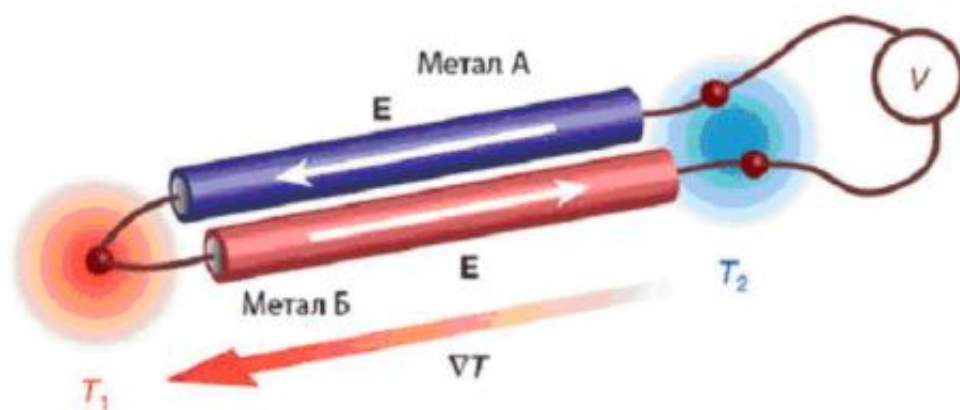


Рис. 2.12. Принцип роботи термопари

									Арк.
									29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

У будь-якого металу є певний рівень електричного заряду. Цей рівень складає тільки декілька мікрвольт і його величина визначає можливість електронів в металі здійснювати направлений рух в електричному колі. При з'єднанні двох металів з різними рівнями потенціалів, в точці контакту створюється перехід електронів із зони з великим потенціалом в зону з меншим.

В холодному стані на виході термопар створюється невелика напруга, але при поступовому збільшенні температури матеріалів збільшується різниця потенціалів, відповідно, росте величина електрорушійної сили. Таке явище називається ефектом Зеєбека [1].

При виготовленні термопар використовують з'єднання матеріалів з різною по направленості термо-ЕРС. Наприклад, в термопарі з хромеля і алюмелі різниця потенціалів змінюється на +25 мкВ і -17,3 мкВ при підвищенні чи зниженні температури на один градус, тобто при температурі з'єднання 300 °С виникає напруга 24 мВ.

Таблиця 2.1. Характеристики різних типів термопар

Тип термопар	Маркування термопар	Матеріал №1	Матеріал №2	Температурний діапазон °С
T	ТМКн	Мідь	Константант	-185 +300
L	ТХК	Хромель	Копель	-200 +800
E	ТХКн	Хромель	Константант	-40 +900
J	ТЖК	Залізо	Константант	-100 +1200
K	ТХА	Хромель	Алюмель	-200 +1000
N	ТНН	Ніхросил	Нісил	-200 +1300
R/S	ТПП	Платина	Платинородій	-50 +1700
B	ТПР	Платинородій	Платинородій	+100 +1800
A	ТВР	Вольфрам	Реній	0 +2200

Для підключення термопар до плати Arduino і ESP використовують спеціальні модулі, які дозволяють перетворювати вхідну ЕРС в потік даних, які виводяться по шині SPI. При розробці пристрою було прийнято рішення використовувати модуль перетворювач MAX 6675 і термопару К-типу (Рис. 2.10.)

Для взаємодії з перетворювачем використовується бібліотека `max6675`, в якій реалізовано дві функції: `readFahrenheit()` і `readCelsius()`. Ці функції не приймають параметрів, а повертають температуру в вигляді числа формату `double`.

При створенні скетчу обов'язково потрібно вказати номер виводів Arduino, до яких підключається перетворювач.



Рис. 2.13. Модуль перетворювач MAX6675 і термопара К-типу

Даний модуль живиться напругою 3.3 – 5 В і може автоматично визначати розрив зв'язку з термопарою. Перетворювач працює в діапазоні 0 – 1024 °С. Температурна роздільна здатність 0.25 °С, оскільки розрядність даних на шині виводу 12 біт.

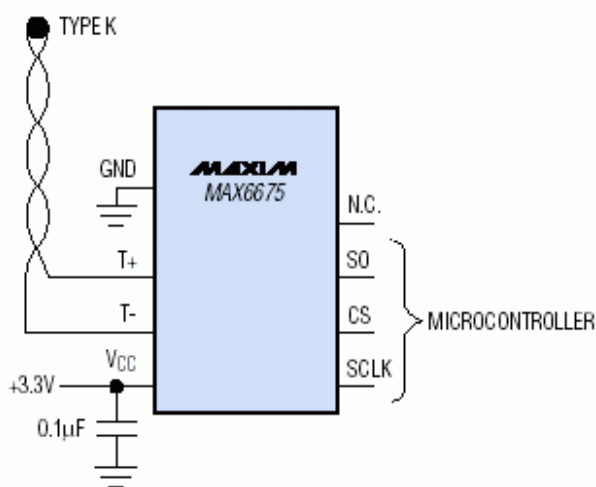


Рис. 2.14. Схема підключення

									Арк.
									31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Перетворювач МАХ6675 це доволі хороший пристрій для взаємодії термопари і мікроконтролера. Він використовує всього п'ять пінів і дуже просто підключається до плати, а термопара К-типу дозволяє вимірювати температуру до 1000 °С, що повністю задовольняє всі потреби, оскільки при температурі моторного масла в 80 – 150 °С звичайні датчики типу DHT11/DHT22 просто-напросто розплавляться.

2.4. Вибір вольтметра

Напруга зарядженої акумуляторної батареї мотоцикла повинна бути в діапазоні 12.6 – 12.7 В. Якщо цей показник впаде нижче 12 В, то таку батарею можна вважати розрядженою, а це загрожує не тільки неспроможністю завести двигун, а й призводить до сульфатації свинцевих пластин і виходу акумулятора з ладу.

Існує дуже мало мотоциклів на яких є встановлені з заводу вольтметри для вимірювання напруги акумулятора, а цей простенький пристрій є доволі важливим, бо в останні роки існує тенденція випускати мотоцикли тільки з електричним стартером, без можливості завести двигун за допомогою кикстартера. Також, акумуляторні батареї мотоциклів мають малу ємність, тому розряджаються доволі швидко і одного разу мотор просто-напросто не заведеться. Ось чому так важливо слідкувати за рівнем напруги.

Якщо подати на вхід плати Arduino 12 В з акумулятора мотоцикла, то вона зразу же вийде з ладу. Для зниження рівня вхідної напруги використовують так звані дільники напруги (Рис. 2.12.)

									Арк.
									32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

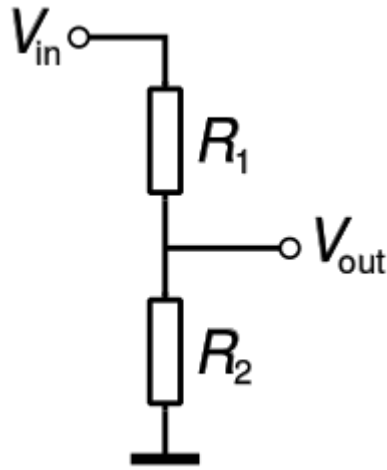


Рис. 2.15. Схема дільника напруги на резисторах

Для реалізації проекту було вибрано дільник напруги фірми МН-Electronics. Він дозволяє виміряти постійну напругу до 25 В, має дуже низьку вартість і доволі простий в використанні.

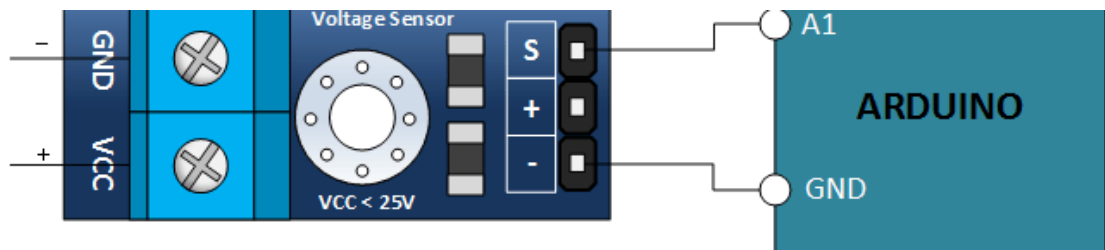


Рис. 2.16. Схема підключення дільника напруги.

Цей модуль використовує потенційний дільник для зменшення вхідної напруги в 5 разів. Це дозволяє використати один з аналогових пінів мікроконтролера для вимірювання напруг, які набагато вищі від значень, що він може зчитати.

На дільнику розміщені два штифти з маркуваннями GND та VCC. До цих штифтів повинні бути під'єднані клеми акумулятора. До штифта GND під'єднується мінусова клемма, а до штифта VCC відповідно плюсова клемма. Вивід S (Sense) використовується одночасно як + і аналоговий вихід, а вивід з маркуванням - під'єднується до землі. В якості дільників виступають резистори з номіналом 7.5 та 30 КОм.

									Арк.
									33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Для коректної роботи модуля, при написанні скетчу потрібно підключити бібліотеку Wire.h.

2.5. Годинник реального часу

При їзді доволі часто виникає потреба дізнатись актуальний час, а користуватись телефоном відволікає водія і може призвести до ДТП, тому хорошим доповненням пристрою буде використання годинника реального часу, який являє собою невелику плату з автономним джерелом живлення (батареєю чи акумулятором).

Годинники В Arduino є функція millis(), яка може лічити певні часові інтервали, але недоліком цієї системи є скидання часової позиції при ввімкненні таймера. Для вирішення цієї проблеми і використовуються годинники реального часу, які ведуть відлік в одиницях, які зручні для людського сприйняття – хвилини, години, дні.

В проектах на основі мікроконтролера Arduino найчастіше використовуються RTS модулі DS1302, DS1307, DS3231. Оптимальним варіантом в відношенні ціна/якість являється саме модуль DS1307, який має достатньо хорошу точність в 2,5 секунди на добу. DS3231 в декілька раз дорожчий, але завдяки термостабілізації має точність в районі 1,5 – 2 секунди на добу. DS1302 найдешевший з цієї трійці, але його використання було визнано недоцільним, бо погрішність складає аж 5 секунд на добу.

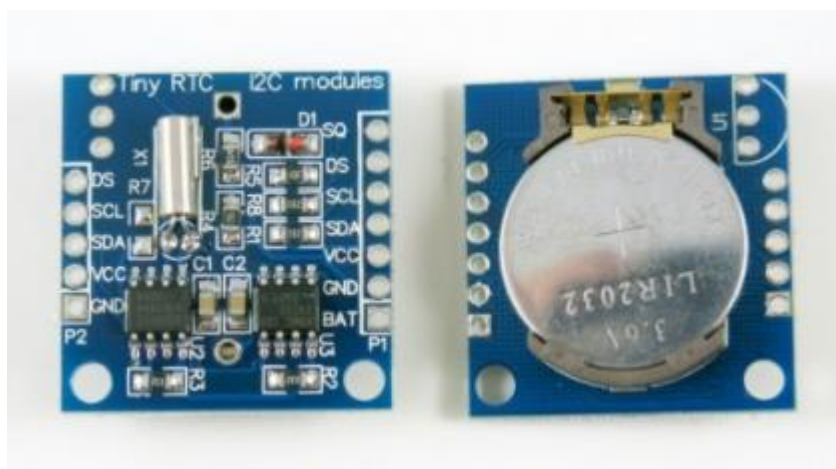


Рис. 2.17. RTC-модуль DS1307

									Арк.
									34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

DS1307 зібраний на основі мікросхеми DS1307ZN, яка живиться від батарейки CR3032 і з'єднана шиною I2C з енергонезалежною пам'яттю EEPROM на 32 Кбайт.

Модуль має такі характеристики:

- 56 байт пам'яті
- Живлення – 5В
- Діапазон робочої температури від -45 °С до 90 °С
- Підтримка інтерфейсу I2C

Для обміну інформацією і взаємодії з іншими пристроями використовуються входи SDA і А4 з інтерфейсом I2C. Для забезпечення необхідного рівня сигналу в схемі встановлені стабілізуючі резистори. Щоб модуль почав працювати потрібно на вхід VCC подати живлення 5 В, GND замкнути на “землю”, а SDA і SCL з'єднати з аналоговими пінами А4 і А5. Також знадобляться бібліотеки TimeLib, DS1307RTC і Wire.

Для налаштування годинника використовується програмна функція RTC.adjust(DateTime (__DATE__, __TIME__)), що зчитує час з ПК і записує його в EEPROM пам'ять. Для отримання актуального часу використовується функція now(), що повертає об'єкт DateTime з інформацією про час і дату.

2.6. Вибір дисплею

Щоб під час їзди бачити всю потрібну інформацію з датчиків, найкращим рішенням буде вивести інформацію на дисплей, який під'єднаний до плати Arduino. Оскільки цей дисплей буде використовуватись на мототехніці, він повинен володіти певними характеристиками, а саме:

- Мати достатньо великий розмір екрану, для зручного читання інформації під час їзди
- Мати можливість подальшого встановлення корпусу для захисту від вологи

									Арк.
									35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Споживати якомога менше енергії
- Не боятись пошкоджень
- Мати низьку ціну

TFT, OLED і IPS дисплеї мають дуже хорошу якість зображення і можливість налаштування, але вони коштують дуже дорого, споживають багато енергії і їх легко пошкодити, тому не підійдуть для даного проекту.



Рис. 2.18. LED модуль з IPS дисплеєм

На відміну від них, LCD дисплеї володіють всіма необхідними якостями, тому дисплей саме такого типу буде використаний в проекті.

Для проведення дослідів з модулями Arduino часто використовують LCD дисплей 1602A, однак в даному випадку він не підійде, бо дозволяє виводити тільки два рядка по 16 символів в кожному. Кращим рішенням буде використання дисплею 2004A з I2C перетворювачем на мікросхемі PCF8574 (Рис. 2.15.), що дозволить зменшити кількість задіяних пінів.



Рис. 2.19. LCD дисплей 2004A і I2C перетворювач

									Арк.
									36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Підключення дисплею за допомогою I2C шини дуже зручне, бо воно потребує тільки дві лінії передачі даних: SDA (serial data) і SCL (serial clock), які підключаються до аналогових пінів плати. Крім цього, потрібно подати живлення 5 В на вхід VCC і з'єднати GND з землею.

Для використання дисплею потрібно підключити бібліотеку LiquidCrystal_I2C. Контрастність можна регулювати за допомогою потенціометра, який розміщений на I2C платі.

2.7. Вибір модуля для безпроводної передачі даних

Практично всі сучасні смартфони оснащені системою глобального позиціонування і яскравим екраном, тому мотоциклісти часто кріплять їх на руль і використовують як GPS-навігатор. Виходячи з цього, було б доречно використати смартфон для відображення даних з датчиків, а не підключати до плати окремий LCD дисплей.

Оскільки плата Arduino Nano не має вбудованих Wi-Fi і Bluetooth передатчиків, було вирішено в проекті використати окремий модуль безпроводної передачі даних.

Wi-Fi модулі можуть передавати дані на значні відстані, але в порівнянні з Bluetooth модулями вони мають доволі велике енергоспоживання, малу завадостійкість і складність налаштування, що робить недоцільним їх використання в даному проекті.

Найчастіше в проектах використовують модулі HC-05 і HC-06. Різниця між ними полягає в тому, що HC-06 працює тільки в режимі майстра (master), а HC-05 (рис. 2.16) може працювати як в режимі ведучого, так і в режимі підлеглого (slave), що дає змогу не тільки підключатись до інших модулів, а й дає дозвіл іншим пристроям з режимом master підключитись до slave пристрою, тому вибір впав саме на цей модуль.

									Арк.
									37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

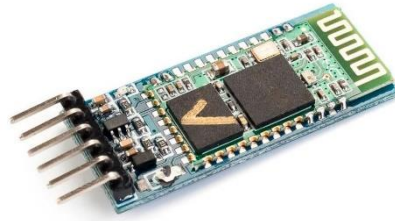


Рис. 2.20. Модуль HC-05

Модуль має шість виводів, однак для повноцінної роботи потрібні тільки чотири з них (VCC, GND, RXD, TXD). Вивід EN потрібен для ввімкнення/вимкнення пристрою, а STATE можна під'єднати до світлодіода і таким чином відслідковувати стан модуля.

Входи RXD і TXD підключаються до цифрових портів плати, GND замикається на землю, а на VCC подається живлення 3.3 – 5 В. Після цього модуль зможе передавати дані з монітора порта, однак смартфони не мають вбудованого софту для відображення цієї інформації, тому потрібно встановити одну з призначених для цього програм, наприклад Bluetooth Terminal HC-05, Bluetooth Automation HC-05, Serial Bluetooth Terminal чи одну з безлічі інших.

Було протестовано велику кількість додатків і вирішено вибрати саме Serial Bluetooth Terminal. Вона дуже проста в налаштуванні, не займає багато пам'яті і має можливість перегляду раніше підключених пристроїв.

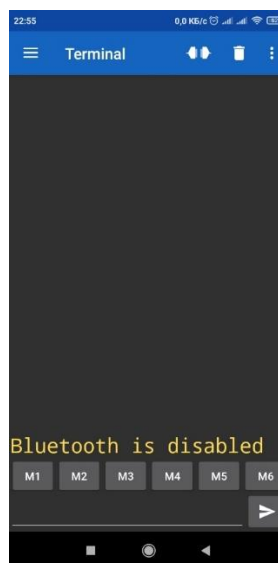


Рис. 2.21. Інтерфейс програми Serial Bluetooth Terminal

									Арк.
									38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

Метою бакалаврської дипломної роботи була розробка і практична реалізація пристрою, який дозволяє виміряти температуру двигуна мотоцикла, напругу акумулятора і розрахувати час роботи двигуна (мотогодини). Після отримання даних пристрій виводить їх на дисплей, чи передає на смартфон за допомогою Bluetooth модуля.

Для практичної реалізації пристрою обрані такі модулі: адаптер термопари К-типу МАХ6675, подільник напруги, годинник реального часу DS 1307, модуль Bluetooth HC-05, дисплей LCD 2004А та плата Arduino Nano v.3.0 на базі мікроконтролера АТmega328.

Основа пристрою це мікроконтролер Arduino Nano v3, який працює на чіпі АТmega328Р. Ця плата була обрана за свою компактність, надійність, невисоку ціну і хорошу функціональність.

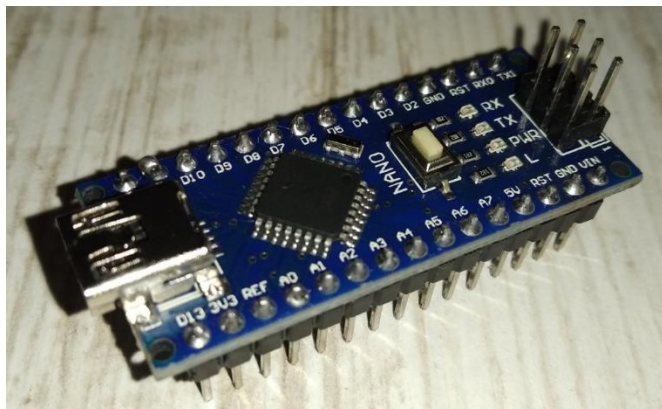


Рис. 3.1. Arduino Nano v3

Для вимірювання температури двигуна використовується адаптер МАХ6675 та термопарою К-типу, яка має робочий діапазон $-200 +1000$ °С. Звичайні Arduino датчики для цієї цілі не підходять, оскільки при контакті з розпеченим мотором вони розплавляються і вийдуть з ладу.

Термопару бажано кріпити до масляного радіатора (рис. 3.2.) або тильного боку мотора, бо при їзді потоки повітря будуть охолоджувати датчик і це призведе до неправильних показів.

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

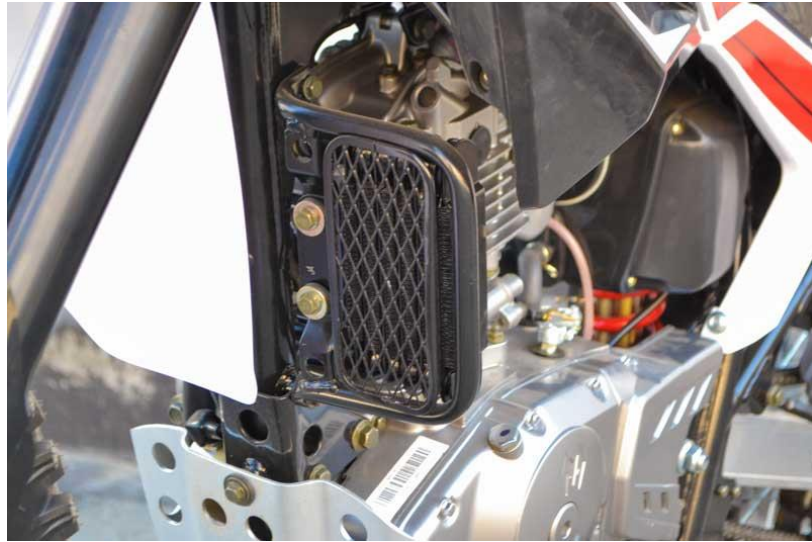


Рис. 3.2. Масляний радіатор та двигун мотоцикла

Щоб виміряти вихідну напругу акумулятора використовується простенький подільник напруги, входи якого під'єднуються до клем, а вихід до аналогового піна на платі Arduino.



Рис. 3.3. Подільник напруги

Для розрахунку мотогодин потрібно підключити провід до порта D2 на платі Arduino, а протилежний кінець декілька раз обмотати навколо високовольтного проводу свічки запалювання (рис. 3.4). Це дозволить зчитувати кількість розрядів котушки запалювання і за допомогою формули 3.1. вирахувати кількість обертів колінчатого валу за одиницю часу.

$$N = \frac{RPM * C}{T} \quad (3.1)$$

N – кількість розрядів іскри, C – число циліндрів двигуна, RPM – обороти колінвалу, T – кількість тактів двигуна



Рис. 3.4. Високовольтний провід свічки запалювання

Також в якості лічильника оборотів можна використати датчик Холла і магніт закріплений на колінвалі, але такий спосіб вимагає певних навичок та втручання в конструкцію двигуна.

Кількість мотогодин зберігається в енергонезалежній EEPROM пам'яті контролера, яку можна задіяти підключивши бібліотеку директивою `#include EEPROM.h`.

Хорошим доповненням є використання годинника реального часу, який дозволить дізнатись годину і не відволікатись при їзді.



Рис. 3.5. Годинник реального часу

Для виводу інформації з датчиків можна використати Bluetooth модуль, який передаватиме інформацію на смартфон закріплений на рулі, або окремий LCD дисплей під'єднаний до плати.

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

В першому випадку використовується модуль HC-05 (рис. 3.6) та встановлений на смартфон додаток Serial Bluetooth Terminal.



Рис. 3.6. Модуль HC-05

Це доволі хороше рішення, але воно не дозволяє при їзді використовувати смартфон як навігатор, тому краще вивести інформацію на дисплей LCD 2004А.



Рис. 3.7. Вивід інформації на LCD дисплей

Для надійності всі модулі та мікроконтролер були припаяні до текстолітової макетної плати (Рис. 3.8) та закриті водонепроникним корпусом.

Пристрій надійно кріпиться гвинтами до внутрішньої частини крила мотоцикла, а проводи датчиків і дисплею з'єднані в джгут з проводкою мотоцикла, що доволі зручно і абсолютно не впливає на зручність керування.

									Арк.
									42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

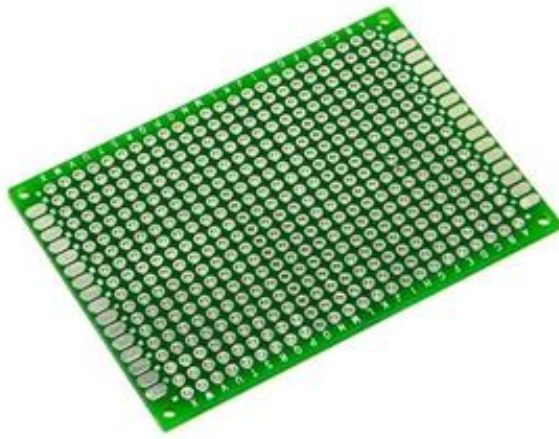


Рис. 3.8. Макетна плата

					123.KI-41.06	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОБУ

Перед запуском серійного виробництва потрібно доволі точно розрахувати собівартість виготовлення пристрою та проаналізувавши ринок порівняти його з вже існуючими аналогами, оскільки немає сенсу виготовляти дорогий, неконкурентоспроможний виріб.

В першу чергу була вирахована загальна вартість пристрою (таблиця 4.1.) Споживанням електроенергії при виготовленні пристрою можна знехтувати, бо паяльник і інші інструменти є доволі економічними.

Таблиця 4.1. Розрахунок загальної вартості пристрою

Модулі та мікроконтролер	Кількість використаних деталей	Вартість за одиницю	Загальна вартість
Arduino Nano	1	80	80
Термопара МАХ6675	1	105	105
Подільник напруги	1	17	17
Годинник DS 1307	1	93	25
Bluetooth HC-05	1	111	111
Дисплей LCD 2004А	1	128	128
З'єднальні коннектори	24	0.75	18
Загальний вартість пристрою 484 гривень			

На ринку не представлено жодного пристрою, який міг би водночас розраховувати мотогодини, вимірювати вихідну напругу акумулятора і температуру охолоджуючої рідини, тому для порівняння були вибрані більш-

менш надійні моделі, які мають хоча б деякі з цих функцій і можуть використовуватись на мотоциклах.

Лічильник мотогодин Motorace BSB-003 (рис. 4.1.) може використовуватись як з двотактними, так і з чотирьохтактними двигунами. Має діапазон в 99999 мотогодин і коштує 630-670 грн в залежності від продавця.



Рис. 4.1. Лічильник мотогодин Motorace BSB-003

Більш дешевим варіантом є пристрій EnerSol ЕНМ-1 (рис. 4.2.) за 440 грн з пам'яттю в 9999 мотогодин, рідкокристалічним дисплеєм і вологостійким корпусом.



Рис. 4.2. Лічильник мотогодин EnerSol ЕНМ-1

Також, доволі цікавим варіантом є лічильник ЕСМС (рис. 4.3.) за 385 - 400 грн. За діапазоном вимірювань і точністю він практично не відрізняється від вже представлених пристроїв, однак в нього набагато надійніший водостійкий корпус, що особливо актуально при їзді в дощову погоду.

									Арк.
									45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Рис. 4.3. Лічильник мотогодин ECMS

Серед вольтметрів для акумуляторної батареї є багато достойних моделей з великою точністю вимірювання, однак для мотоциклів підійдуть тільки деякі з них, бо звичайні пристрої для автомобілів доволі швидко вийдуть з ладу через дешевий і крихкий матеріал корпусу.

Якщо при виборі вольтметра орієнтуватись на співвідношення ціна – якість, то можна знайти якісні пристрої за 350 - 400 грн.



Рис. 4.4. Цифровий вольтметр

При виборі термометра потрібно звернути особливу увагу на матеріал датчика і обмотку проводу. Дешеві китайські датчики температури та термопари розплавляться при контакті з розпеченим двигуном мотоцикла, а провід без металічної обмотки за деякий час перетреться або розплавиться, що призведе до виходу з ладу пристрою.

Датчик температури з адекватною якістю виготовлення обійдеться мотолюбителю як мінімум в 200 гривень, а цінник на дійсно хороші моделі починається з 400 – 500 гривень.

										Арк.
										46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Рис. 4.5. Датчик температури на основі термопари К-типу

Проаналізувавши вже існуючі пристрої, можна провести їх порівняння з прототипом представленим в дипломній роботі і визначити його переваги та недоліки.

Переваги:

- Коштує як мінімум в 4-5 разів дешевше від подібних аналогів;
- Включає в себе всі необхідні функції (вимірювання температури, напруги, мотогодин);
- Доволі компактний розмір, який дозволяє розмістити плату в крилі мотоцикла;
- Можливість в будь-який момент перепрограмувати мікроконтролер або замінити датчики;
- Можна адаптувати практично до будь-якої моделі мотоцикла.
- Яскравий LED дисплей;
- Надійність.

Недоліки:

- Для виготовлення потрібен час і певний рівень навичок в області мікроелектроніки та програмування.
- Можливий брак Arduino модулів.

									Арк.
									47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РОЗДІЛ 5

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПРИСТРОЮ

В процесі виготовлення пристрою дуже важливо дотримуватись правил техніки безпеки, оскільки при роботі потрібно мати справу з системою запалювання під високою напругою та паяльним обладнанням. Недотримання правил може призвести до травмування або навіть смерті, тому наполегливо рекомендується ознайомитись з ними перед початком роботи.

5.1. Заходи безпеки при виконанні паяльних робіт

Принцип процесу пайки заснований на тому, що жало паяльника нагрівається до заданої температури і плавить свинцево-олов'яний сплав (припій), який використовується для з'єднання проводів та контактів. Основна небезпека при роботі з цим інструментом - висока температура, яка може травмувати людину чи призвести до пожежі в будівлі. Техніка безпеки при роботі з цим пристроєм передбачає дотримання збірки правил електробезпеки, від яких залежить життя і здоров'я працівника. В процесі роботи через неуважність на робочому місці можуть загорітись певні предмети, або буде отримано опік при контакті з розпеченим жалом. Також, не варто виключати проблеми з ізоляцією інструмента і проводкою, які можуть призвести до удару струмом.

Перш ніж вчитись основам правильної пайки, потрібно вивчити конструкцію інструмента. В різних паяльниках деталі можуть відрізнятись, але є деякі конструктивні частини, які використовуються практично в всіх пристроях:

- Нагрівальний елемент;
- Жало;
- Стержень;
- Тримач;
- Електричний провід з вилкою для підключення до електромережі.

										Арк.
										48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Рис. 5.1. Електричний паяльник з набором мідних жал

Нагрівальний елемент виготовляється із ніхромової спіралі, яка намотана навколо мідного стержня або знаходиться в корпусі з кераміки. Таке технічне рішення дозволяє витримати багато циклів нагріву та ефективно передавати тепло до жала.

Робочою частиною являється жало з міді або кераміки. В залежності від поставленого завдання воно може мати різну форму для зручності використання. Матеріал ручки і проводу також сильно впливають на безпеку роботи, тому при купівлі інструменту варто звернути на це увагу.



Рис. 5.2. Металічний тримач для паяльника

									Арк.
									49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

123.KI-41.06

Підготовка робочого місця це дуже важливий процес, який важливий як для роботи, так і для безпеки користування паяльником. Щоб не виникла пожежа, потрібно прибрати з робочого столу всі легкозаймисті рідини і матеріали. Для самого інструменту варто перебачити підставку, яка не загориться при взаємодії з розплавленим припоєм чи розпеченим жалом.

Далі потрібно провести очистку жала паяльника, оскільки на його поверхні з часом з'являється оксидна плівка, яка значно знижує адгезію з припоєм. Для мідних жал достатньо провести механічну очистку за допомогою напильника чи наждачного паперу, а для очистки керамічних і “незгораємих” жал використовують змочену у воді губку або певні розчинники (активатори).



Рис. 5.3. Активатор жал

Після очистки паяльник необхідно підключити до електромережі і почекати, доки від нагріється до температури в районі 70 - 90 °С. Як тільки-но він достатньо нагрівся, необхідно залудити жало. Для цього на робочу частину наноситься флюс (каніфоль або паяльна кислота) і трохи припою. Завдяки цій процедурі створиться захисний шар, який при подальшій роботі не дозволить утворитись оксидній плівці. Причиною неякісного лудження часто являється сильно перегріте жало, тому його необхідно очистити і повторити процедуру.

									Арк.
									50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Правила техніки безпеки при роботі з паяльником полягають в наступному:

1. Потрібно уважно слідкувати, щоб розжарена робоча частина не контактувала з електричним проводом паяльника. Це призведе до руйнування ізоляції і короткого замикання.
2. Перед початком роботи варто перевірити стан корпусу, проводу і вилки пристрою. Це елементарне правило, яке допоможе зберегти життя людини.
3. Обов'язково потрібно провітрювати приміщення, бо при пайці виникає багато шкідливих випарів, в яких містяться токсини. Як варіант можна поставити додаткову витяжку чи працювати в респіраторі.
4. Паяльник обов'язково класти саме на підставку. Гарячий інструмент може скотитись з столу, що швидше за все призведе до пожежі. В якості підставки можна використати
5. Паяльник потрібно тримати саме за ручку, бо при контакті з гарячим металом робочої частини буде отриманий опік.

5.2. Заходи безпеки при роботі з системою запалювання і акумулятором

При роботі з електронними системами запалювання мотоцикла необхідно дотримуватись правил правильного підключення, діагностики, демонтажу та зборки елементів системи. Дотримання цих правил запобігає травмуванню людини і виводу з ладу компонентів електронної системи.

Насамперед не допускається робота двигуна з погано закріпленими проводами акумулятора. Також, при працюючому двигуні не можна відключати акумуляторну батарею або запускати двигун від джерела живлення з постійним струмом більше 12 вольт. При ввімкненому запалюванні не варто від'єднувати електронний блок управління, оскільки це призведе до його поломки.

Категорично не дозволяється доторкатись до високовольтних проводів при працюючому двигуні, бо на вторинній обмотці котушки запалювання створюються електричні імпульси з напругою порядку 25 - 35 тисяч вольт. При перевірці наявності іскри ні в якому разі не дозволяється тримати

									Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

високовольтний провід руками, а краще закріпити його прищепкою чи ізоляцією біля “маси”. Раптове від’єднання проводів при ввімкненому двигуні може призвести до прогару кришки розподільвача чи ізоляції котушки запалювання [2].

На корпусі акумулятора практично завжди знаходиться трохи електроліту, тому при роботі з ним потрібно обов’язково надягати захисні окуляри та рукавиці. Якщо електроліт потрапив на шкіру, обов’язково якнайшвидше змити його холодною водою без мила, розчином нашатирного спирту чи харчової соди.

					123.KI-41.06	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи було розроблено пристрій для контролю за температурою силового агрегату, напругою акумулятора та розрахунком часу роботи двигуна (мотогодин). Дані з датчиків виводяться на LCD дисплей або екран смартфона. Пристрій є доволі компактним, надійним та з низьким енергоспоживанням. Основа пристрою це плата Arduino Nano v3 з процесором ATmega328P, потужності якого достатньо для обробки отриманої інформації. Розроблено скетч в середовищі розробки Arduino IDE, який являється основним програмним забезпеченням пристрою. Окрема увага приділяється заходам безпеки при виготовленні і встановленні пристрою. Проведено порівняння проектного рішення з існуючими на ринку аналогами. В результаті пристрій представлений в кваліфікаційній роботі є надійнішим, дешевшим і з набагато кращим робочим функціоналом.

					123.KI-41.06	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Геращенко О. Термопары [Текст] / О. А. Геращенко, В. Г. Федоров // Тепловые и температурные измерения. Справочное руководство – СССР, 1965. – С. 120 - 160.
2. Вибе И. И. Теория двигателей внутреннего сгорания. Конспект лекций. [Текст] – Челябинск: ЧПИ, 1974. – С. 24 – 65.
3. Датчики Холла: принцип работы, типы, применение [Электронный ресурс] / ASUTPP – заметки электрика. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/chto-takoe-datchik-holla.html>
4. Моточасы [Электронный ресурс] / Всё о мотоблоках – Режим доступа: <https://pro-motobloky.ru/traktory/motochasy.html>
5. Катушка зажигания [Электронный ресурс] / Вікіпедія – вільна енциклопедія. – Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Катушка_зажигания
6. Зажигания розряда конденсатора (CDI) [Электронный ресурс] / CFRS - Режим доступа: <https://cfrs.ru/buyingselling/chto-takoe-zazhiganie-cdi-zazhiganie-dc-cdi-nedostatki-sistemy.html>
7. Реле регулятора напряжения: стабильность напряжения бортовой электросети [Электронный ресурс] / Авто Альянс Режим доступа: <https://www.autoopt.ru/articles/products/38241779>
8. Тахометр [Электронный ресурс] / Вікіпедія – вільна енциклопедія - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тахометр>
9. Катушка зажигания [Электронный ресурс] / Вікіпедія – вільна енциклопедія - Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Катушка_зажигания
10. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс] / Блок об Ардуино электронике и ИТ - Режим доступа: <https://soltau.ru/index.php/themes/kompyutery-i-programmy/item/465-kakie-sushchestvuyut-sredy-razrabotki-ide-dlya-arduino>
11. Техника безопасности при работе с паяльником [Электронный ресурс] / Путеводитель по сварке и пайке - Режим доступа: <https://svarkaipayka.ru/oborudovanie/payalniki/tehnika-bezopasnosti-pri-rabote-s-payalnikom.html>

										Арк.
										54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

```
#include "max6675.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h> // Підключення всіх необхідних бібліотек

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);

int max6675SO = 10; // SO -> D10
int max6675CS = 11; // CS -> D11
int max6675CLK = 12; // SCK -> D12
MAX6675 ktc(max6675CLK, max6675CS, max6675SO);

int analogInput = A3; // S -> A3
float vout = 0.0;
float vin = 0.0;
float R1 = 30000.0;
float R2 = 7500.0;
int value = 0;

SoftwareSerial BTSerial(4, 5); // TXD -> D4; RXD -> D5

void setup()
{
  setSyncProvider(RTC.get()); // отримуємо час з RTC
  if (timeStatus() != timeSet)
```

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

```

Serial.println("Unable to sync with the RTC"); // синхронізація не вдалася else
Serial.println("RTC has set the system time"); // встановити час вручну 22.06.2021
12:33

TimeElements te; //об'єкт для збереження часу
te.Second = 50; //секунди
te.Minute = 33; //хвилини
te.Hour = 12; //години
te.Day = 22; //день
te.Month = 6; // місяць
te.Year = 2021 - 1970; //рік в бібліотеці відраховується з 1970
time_t timeVal = makeTime(te);
RTC.set(timeVal);
setTime(timeVal);
lcd.print("TIME:"); // Вивід надпису

Serial.begin(9600);
delay(2000);

lcd.init();
lcd.backlight();
pinMode(analogInput, INPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.print("DC VOLTMETER");

lcd.init();
lcd.backlight();

Serial.println("Enter AT commands:");

```

					<i>123.KI-41.06</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56


```

BTSerial.begin(38400); // HC-05 default speed in AT command mode
}

```

```

void loop(){
  Serial.print(ktc.readCelsius());
  Serial.print("C = ");
  delay(2000);

  value = analogRead(analogInput);
  vout = (value * 5.0) / 1024.0; // see text
  vin = vout / (R2/(R1+R2));
  Serial.print("Voltage = ");
  Serial.println(vin,2);
  delay(2000);

```

```

lcd.setCursor(0, 0);
Serial.print(hour());
Serial.print(":");
Serial.print(minute());
Serial.print(":");
Serial.print(second());
Serial.print(" ");
Serial.print(day());
Serial.print(" ");
Serial.print(month());
Serial.print(" ");
Serial.print(year());
Serial.println();

```

					123.KI-41.06	Арк. 57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

lcd.print(day());
lcd.print(":");
lcd.print(month());
lcd.print(":");
lcd.print(year());
lcd.print(" ");
lcd.print(hour());
lcd.print(":");
lcd.print(minute());
lcd.print(":");
lcd.print(second());
lcd.print(" ");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Temp. = ");
lcd.setCursor (8, 1);
Serial.print(ktc.readCelsius());
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Volt. = ");
lcd.setCursor(8, 2);
Serial.println(vin,2);
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("MotoHours ");
delay(2000); // Вивід даних на екран

if (BTSerial.available()) Serial.write(BTSerial.read());
if (Serial.available()) BTSerial.write(Serial.read());
}

```

						<i>123.KI-41.06</i>	Арк.
							58
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			