



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій**

К.Т.Н., доцент /ОКУШКО О.В.  
науковий ступінь, вчене звання підпис ПІБ

” \_\_\_\_\_ ” 2025 року  
число місяць рік

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Сіменику Миколі Володимировичу**

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Діагностування електрообладнання автомобільної техніки підприємства на базі спеціалізованого діагностичного обладнання»  
затверджена наказом ректора НУБіП України від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р. № \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ ”  
Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.11.27  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- а) Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- б) Публікації співробітників кафедри ЕЕЕ.
- в) Результати навчально-дослідницької практики.
- г) Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- д) Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- а) Аналітична частина.
- б) Технологічна частина.
- в) Електротехнічна частина.
- г) Розробка питань електропостачання та енергозбереження.
- д) Дослідницька частина.
- е) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) \_\_\_\_\_

Дата видачі завдання “07” лютого 2025 р.

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

Радько І.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв до виконання**

(підпис) (прізвище та ініціали студента)

**Сіменик М.В.**

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 75с., 35 рис., 12 джерел

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес діагностування електричних компонентів автомобільної техніки.

**Предмет дослідження:** методи та результати діагностики, порівняння ефективності роботи мотор-тестера з іншими методами діагностування.

**Мета роботи:** дослідження та оцінка ефективності і точності діагностування електрообладнання автомобільної техніки, використовуючи спеціалізований мотор-тестер MT Pro.

В роботі наведено аналіз функціональних можливостей мотор-тестера MT Pro. Визначено, які специфічні діагностичні функції та переваги має даний пристрій у порівнянні з традиційними методами діагностики. Порівняльне дослідження результатів діагностування, з результатами, отриманими за допомогою інших діагностичних інструментів, щоб встановити рівень точності та надійності. Час та ресурси, необхідні для проведення діагностики за допомогою мотор-тестера, з метою визначення його ефективності в умовах реального виробництва.

На основі отриманих даних сформулювати практичні рекомендації щодо впровадження мотор-тестера MT Pro в процеси діагностики та обслуговування автомобільної техніки на підприємстві, з метою підвищення якості обслуговування, зменшення витрат часу та покращення загальної продуктивності.

Виявлення проблем та їх вирішення: Визначити потенційні проблеми, які можуть виникнути під час діагностики електрообладнання за допомогою MT Pro, та запропонувати рішення для їх усунення.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ....	9
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	9
1.1 Основні поняття діагностування автомобільної техніки.	9
1.2 Класифікація систем діагностування автомобільної техніки.	10
1.3 Перспективи розвитку систем діагностування АТ.	16
РОЗДІЛ 2. ....	20
МЕТОДИ ЗА ЗАСОБИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.	
2.1 Основні методи діагностування автомобільної техніки.	20
2.2 Принципи роботи діагностичних систем автомобільної техніки.	23
2.3 Параметри і нормативи.	24
2.4 Засоби технічного діагностування.	26
2.5 Основне електрообладнання автомобільної техніки.	27
РОЗДІЛ 3. ....	33
ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МОТОР-ТЕСТЕРА МТ-PRO....	33
3.1 Призначення спеціалізованого мотор-тестера МТ-PRO.	33
3.2 Підготовка до роботи мотор-тестера МТ-PRO.	35
3.3 Інтерфейс програмного забезпечення та аналіз використання.	40
3.4 Осциллограф як базовий компонент ПЗ для ефективного управління комплексом МТ Pro.	46
РОЗДІЛ 4. ....	53
МЕТОДИ ТА СХЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.....	53
4.1 Технічні засоби для діагностування електрообладнання.	53
4.2 Діагностика тестером МТ-PRO на прикладі датчика тиску фірми Honeywell MLH250PSB01A.	59
4.4 Вимірювання системи кондиціонування за допомогою МТ-PRO	61
РОЗДІЛ 5. ....	63

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	63
5.1 Обґрунтування розділу і коротка характеристика роботи по охороні праці.	63
5.2 Пожежна безпека.	65
5.3 Зберігання та поводження з інструментами та обладнанням.	68
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	69

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

АТ – автомобільна техніка;

ТО – технічне обслуговування;

ПР – поточний ремонт;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

у. о. – умовні одиниці з обслуговування і ремонту електрообладнання;

НВА – низьковольтна апаратура;

КД – контакт-деталь;

НТД – нормативно-технічна документація;

$I_p$  – робочий струм, А;

AR – доповнена реальність;

IoT – інтернет речей;

ЗДТ – засоби технічного діагностування;

ПК – персональний комп'ютер;

ЛК – логічний канал;

## ВСТУП

У сучасному автомобільному сервісі точність і своєчасність діагностики електрообладнання є запорукою безперебійної роботи транспортних засобів. З розвитком технологій, зростає складність електронних систем автомобілів, що потребує використання сучасних інструментів та обладнання для ефективної діагностики. Одним з таких інструментів є спеціалізований мотор-тестер MT Pro, який дозволяє здійснювати детальний аналіз роботи електрообладнання автомобільної техніки.

Незадовільний технічний стан електрообладнання автомобільної техніки може призвести до значних економічних втрат для сільськогосподарських підприємств. Традиційні методи діагностики часто є трудомісткими та не завжди забезпечують необхідну точність. Використання спеціалізованого мотор-тестера MT Pro відкриває нові можливості для швидкої та ефективної діагностики, дозволяючи виявити навіть найменші відхилення від норми. У даній роботі ми дослідимо, як застосування MT Pro може підвищити надійність електрообладнання автомобільної техніки та зменшити витрати на її обслуговування. MT Pro відрізняється високою точністю вимірювань, багатофункціональністю та простотою в експлуатації, що робить його незамінним помічником для фахівців у галузі автомобільної діагностики.

Використання мотор-тестера MT Pro у підприємствах автомобільної техніки забезпечує не лише оперативність у виявленні несправностей, але й підвищує загальний рівень обслуговування клієнтів. Сучасний дизайн інтерфейсу та простота у використанні роблять цей пристрій доступним навіть для фахівців з обмеженим досвідом роботи. Завдяки вбудованим функціям автоматичного аналізу та генерації звітів, MT Pro дозволяє фахівцям не лише діагностувати, але й прогнозувати можливі проблеми, що сприяє більш ефективному плануванню технічного обслуговування.

У даній роботі ми детально розглянемо принципи роботи мотор-тестера MT Pro, його ключові функції, методи застосування в автомобільних сервісах, а також переваги, які він надає у процесі діагностики електрообладнання. Аналіз результатів

практичного використання MT Pro дозволить зрозуміти, як цей прилад впливає на підвищення ефективності роботи автомобільних підприємств і які перспективи відкриваються перед фахівцями у цій галузі.

*Метою роботи* є аналіз можливості використання мотор-тестера MT Pro для діагностики електрообладнання автомобільної техніки підприємства та визначити його вплив на ефективність роботи автопарку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Описати основні функції та можливості мотор-тестера MT Pro.
2. Проаналізувати процес діагностики електрообладнання за допомогою MT Pro.
3. Порівняти ефективність використання MT Pro з іншими методами діагностики.
4. Визначити перспективи розвитку діагностики електрообладнання автомобілів.

## РОЗДІЛ 1.

# АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.

### 1.1 Основні поняття діагностування автомобільної техніки.

*Діагностування автомобільної техніки* — це систематичний процес збору, аналізу та інтерпретації даних, що дозволяє виявити, оцінити і виправити несправності та проблеми, які можуть виникнути у функціонуванні автомобіля. Цей процес є ключовим етапом у забезпеченні надійності, безпеки та ефективності роботи транспортного засобу.

#### **Основні аспекти визначення діагностування:**

##### 1. Системний підхід:

Діагностування розглядається як частина загальної системи обслуговування автомобіля, що включає профілактику, технічне обслуговування та ремонт. Успішне діагностування вимагає комплексного підходу, який включає аналіз всіх систем автомобіля (електричної, механічної, гідравлічної тощо).

##### 2. Процес виявлення несправностей:

Основною метою діагностування є виявлення несправностей, які можуть вплинути на роботу автомобіля. Це включає не тільки очевидні дефекти, а й потенційні проблеми, що можуть виникнути у майбутньому.

##### 3. Збір та аналіз даних:

Діагностування передбачає використання різноманітних методів збору даних, таких як візуальний огляд, вимірювання параметрів роботи систем (температура, тиск, напруга тощо), а також застосування спеціалізованого обладнання (сканери, аналізатори).

##### 4. Оцінка стану автомобіля:

Діагностування дозволяє оцінити загальний стан автомобіля та виявити зношеність його елементів. Це важливо для планування технічного обслуговування та своєчасного ремонту.

*5. Визначення причин несправностей:*

Процес діагностування включає не лише виявлення проблем, але й аналіз причин їх виникнення. Це дозволяє не лише усунути наслідки, а й запобігти повторенню несправностей у майбутньому.

*6. Прийняття рішень:*

Діагностування є основою для прийняття рішень щодо подальших дій: чи потрібно виконати ремонт, заміну деталей, або ж провести профілактичні заходи.

*7. Технологічні аспекти:*

У сучасних автомобілях все більше використовуються електронні системи, що потребують спеціальних діагностичних інструментів і програмного забезпечення для точного виявлення несправностей. Це підкреслює важливість знань у галузі електроніки та програмування для фахівців, які займаються діагностуванням.

Діагностування автомобільної техніки є невід'ємною частиною її обслуговування, що дозволяє забезпечити безпеку, ефективність та довговічність транспортного засобу. Завдяки постійному розвитку технологій, методи діагностування стають дедалі більш точними і ефективними, що, у свою чергу, покращує якість обслуговування автомобілів.

## **1.2 Класифікація систем діагностування автомобільної техніки.**

Системи діагностування автомобільної техніки відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки руху та ефективної експлуатації транспортних засобів. Вони дозволяють виявляти несправності на ранніх стадіях, запобігаючи серйозні поломки та продовжуючи термін служби автомобіля. Існує кілька підходів до класифікації цих систем, які враховують різні критерії.

Класифікація систем діагностування АТ приведена в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Критерій класифікації	Типи систем	Опис
Призначення	Системи попередження	Сповіщають про потенційні проблеми
	Системи контролю	Постійно відстежують параметри
	Системи виявлення несправностей	Точно ідентифікують причину поломки
Спосіб впливу	Пасивні	Збирають інформацію без втручання
	Активні	Впливають на роботу автомобіля
Рівень автоматизації	Ручні	Діагностика за допомогою інструментів
	Автоматичні	Діагностика за допомогою комп'ютерів

Сучасні автомобілі оснащуються все більш складними системами діагностування, які об'єднують в собі різні принципи та технології. Це дозволяє забезпечити високий рівень надійності та безпеки транспортних засобів.

**Системи OBD-II** (On-Board Diagnostics, покоління 2) — це стандартизовані бортові системи діагностування автомобілів, які були введені для моніторингу та контролю роботи основних систем автомобіля, зокрема двигуна, трансмісії та інших критичних компонентів. OBD-II забезпечує постійний контроль над функціонуванням автомобіля, фіксуючи дані про стан систем, виявляючи несправності і зберігаючи їх у вигляді діагностичних кодів несправностей (DTC — Diagnostic Trouble Codes). На рис 1.1 інтерфейс OBD-II до автомобіля можна підключити спеціальні сканери, які дозволяють зчитувати ці коди та інші параметри роботи (наприклад, споживання палива, температуру двигуна, показники сенсорів).

ОBD-II став обов'язковим стандартом у багатьох країнах, оскільки дозволяє не лише ефективно виявляти несправності, але й забезпечує дотримання екологічних норм завдяки контролю за викидами шкідливих речовин.



Рис.1.1 Загальний вигляд сканера OBD2

### *Діагностичний прилад ИМД-Ц*

Обертанням ручки потенціометра не встановлюють на цифровому табло значення частоти обертання (2100 хв-1 ), при якій вимірюють прискорення. Після калібрування і настроювання приладу первинний перетворювач вкручують у технологічний отвір кожуха до упора у вершину зуба вінця маховика, а потім викручують його на 1,5...2 оберти і фіксують це положення контргайкою. Шнур живлення первинного перетворювача підключають до гнізда "12 В" і в розетку автомобіля. Ручкою "Вкл" вмикають живлення. Підключають роз'єм перетворювача до роз'єму "Вход" блоку індукції. На рис. 1.2 зображений прилад ИМД-Ц.

Запускають двигун. Установлюють клавішу 1 4/6 12 у позицію, що відповідає кількості циліндрів дизеля, що перевіряється (при перевірці 4-циліндрового дизеля клавіша повинна знаходитися у вихідній позиції, а при 6-, 8- чи 12-циліндрового – натиснута). Потім натискають клавішу n/ε, установлюють мінімальну стійку частоти обертання колінчастого вала ( $600...800 \text{ хв}^{-1}$ ) і різко переводять важіль подачі палива з положення мінімальної стійкої в положення максимальної частоти обертання колінчастого вала на холостому ходу і знімають на табло показання – величину кутового прискорення  $\varepsilon_N$ . Вимірювання повторюють 3 рази і підраховують середню величину кутового прискорення  $\varepsilon_{N\text{сер}}$ , яку порівнюють з нормативними значеннями прискорення колінчастого вала, що відповідають номінальній і допустимій експлуатаційній потужності дизеля. При перевірці дизеля з турбонаддувом (ТН) вимірюване прискорення  $\varepsilon_{N\text{сер}}$  слід помножити на поправочний коефіцієнт К, який враховує тиск повітря.



Рис. 1.2. Прилад ИМД-Ц для вимірювання прискорення колінчастого вала двигуна  
**Універсальний діагностичний адаптер VAG-COM**

Адаптер Vag-Com (рис.1.3) призначений для повнофункціонального діагностування автомобільної техніки групи VAG з 1990 року по сьогодні. Пристрій дозволяє працювати з усіма електронними блоками автомобіля, що підлягають діагностуванню, зчитувати та видаляти коди несправностей, переглядати параметри усіх електронних систем автомобіля в реальному часі, здійснювати кодування, адаптацію блоків управління, здійснювати тестування виконавчих механізмів, скидати міжсервісні інтервали, змінювати запрограмовані значення.



Рис. 1.3. Універсальний діагностичний адаптер VAG-COM 409

Універсальний діагностичний адаптер VAG-COM 409 — це інструмент, розроблений для діагностики автомобілів групи VAG, до якої входять марки Volkswagen, Audi, Skoda та Seat. Він забезпечує доступ до систем автомобіля, дозволяючи проводити зчитування та скидання кодів помилок, а також виконувати адаптацію компонентів і налаштування. Адаптер підключається до OBD-II порту автомобіля і взаємодіє з ПК через USB, використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення. Це робить VAG-COM 409 популярним вибором серед автомобілістів та майстрів, які прагнуть самостійно виконувати діагностику та обслуговування своїх автомобілів.

### ***Універсальний діагностичний адаптер Delphi DS150E 2021.11***

**Delphi DS150E 2021.11** — це двоплатний мультимарочний діагностичний сканер, що забезпечує високу якість діагностики легкових і вантажних автомобілів. У його складі використовується плата версії v3.0, реле NEC 5V та мікросхема Si9241A. Головна перевага двоплатної версії полягає в її надійності при роботі з різними марками автомобілів. Проте, якщо ви плануєте використовувати сканер переважно з вантажними автомобілями, рекомендується розглянути одноплатну версію, оскільки вона краще підходить для автомобілів з бортовою напругою 24 Вольт.

На ринку сканери представлені в різних корпусах — Delphi, Autocom, Multidiag тощо. Функціонально вони не відрізняються, проте основні відмінності полягають у внутрішньому виконанні: одноплатне чи двоплатне. Ми вибрали продавати двоплатні сканери в корпусі Delphi, а одноплатні — в корпусі Autocom, оскільки вважаємо ці корпуси найбільш надійними завдяки металевим елементам, які покращують охолодження, особливо під час роботи з вантажними автомобілями.

Комплект зі сканером включає стабільно працююче програмне забезпечення версії 2021.11, яке підтримує автомобілі до 2021 року випуску. Програмне забезпечення працює без емуляторів та віртуальних машин, а реєстрація дозволяє використовувати його на необмеженій кількості ПК. За бажанням ми можемо надати більш старі версії програм (2014-2017) та Wurth WOW! Купуючи сканер у нас, ви отримуєте безкоштовну допомогу в налаштуванні програмного забезпечення на вашому комп'ютері.

Delphi DS150E забезпечує універсальну діагностику практично всіх популярних марок автомобілів, включаючи старі моделі з середини 80-х років. Сканер підтримує автоматичне визначення типу контролера, має OBD2 конектор з підсвічуванням і можливість запису даних на картку пам'яті без підключення до ПК. Це робить його одним з найкращих мультимарочних діагностичних інструментів за доступною ціною.

На рис. 1.4 сканер є потужним інструментом для СТО, автосервісів, власників автопарків та гаражних майстрів. Мультимовне програмне забезпечення містить детальні підказки та розшифровки, що полегшує процес діагностики. Delphi DS150E підтримує діагностику багатьох систем автомобілів, включаючи двигун, клімат-контроль, іммобілайзери, трансмісію, ABS, SRS Airbag та багато інших.

Основні діагностичні можливості включають швидку автоматичну ідентифікацію автомобіля, читання та скидання кодів несправностей, відображення параметрів в реальному часі, адаптацію та програмування електронних блоків управління. Сканер має дружній інтерфейс, що полегшує його використання, та підтримує всі відомі на даний момент діагностичні протоколи.



Рис. 1.4 Діагностичний сканер Delphi DS150E 2021.11 Bluetooth/USB.

### **1.3 Перспективи розвитку систем діагностування АТ.**

#### *Тренди у технологіях діагностики*

Сучасні системи діагностування автомобільної техніки швидко розвиваються завдяки впровадженню нових технологій та інноваційних рішень. Один з головних трендів — це зростання ролі штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання в процесі діагностики. Ці технології дозволяють системам самостійно аналізувати великий обсяг даних, розпізнавати аномалії в роботі автомобіля та передбачати потенційні несправності до того, як вони проявляться.

Основні тренди в технологіях діагностики в приведені в табл. 1.2

Таблиця 1.2

Тренд	Опис
Штучний інтелект та машинне навчання	Аналіз великих даних для передбачення несправностей і оптимізації процесу діагностики.
Хмарні технології	Дистанційний доступ до даних, можливість аналізу інформації з будь-якого місця.
Автоматизація діагностики	Використання автоматизованих систем для швидкої і точної оцінки стану автомобіля.
Доповнена реальність (AR)	Допоміжні інструменти для візуалізації технічного стану автомобіля і його систем.
Вдосконалення сенсорних технологій	Розширення можливостей сенсорів для збору більш детальної інформації про стан систем авто.

Також поширеним трендом є інтеграція хмарних технологій, які дозволяють зберігати і обробляти дані дистанційно, забезпечуючи доступ до діагностичної інформації в реальному часі незалежно від місця перебування автомобіля.

### ***Впровадження IoT у діагностику автомобілів***

**IoT** (Internet of Things, Інтернет речей) — це концепція, яка передбачає підключення фізичних об'єктів до інтернету для обміну даними та управління ними дистанційно.

Крім того, впровадження IoT дозволяє створювати смарт-системи діагностування, які автоматично сповіщають водія або технічний центр про необхідність обслуговування чи ремонту. В майбутньому IoT-технології будуть сприяти розвитку превентивної діагностики, що дозволить мінімізувати несподівані поломки на дорозі.

Використання IoT у діагностиці приведено в табл. 1.3

Таблиця 1.3

<b>Переваги IoT у діагностиці</b>	<b>Опис</b>
Діагностика в реальному часі	Постійний моніторинг стану автомобіля з негайним сповіщенням про виявлені проблеми.
Превентивне обслуговування	Прогнозування поломок на основі даних, що передаються сенсорами автомобіля.
Інтеграція з хмарними сервісами	Можливість зберігання та аналізу великих обсягів діагностичної інформації.
Поліпшення обслуговування клієнтів	Сервісні центри отримують дані про авто заздалегідь, що дозволяє скоротити час діагностики і ремонту.

IoT стає важливим елементом в розвитку автомобільної діагностики. Завдяки підключенню автомобіля до мережі, системи діагностування можуть передавати дані про роботу транспортного засобу в реальному часі на віддалені сервери або безпосередньо виробникам. Це дозволяє постійно моніторити технічний стан автомобіля, своєчасно виявляти і навіть запобігати серйозним несправностям.

#### ***Прогноз розвитку систем діагностування***

У найближчі роки системи діагностування автомобілів продовжать розвиватися в напрямку підвищення точності та ефективності завдяки інтеграції новітніх технологій. Оскільки автомобілі стають дедалі складнішими з точки зору електронних і механічних систем, попит на інтелектуальні системи діагностики значно зростатиме.

Прогноз розвитку приведено в табл. 1.4

Таблиця 1.4

<b>Прогноз</b>	<b>Опис</b>
----------------	-------------

Автоматизація процесів діагностики	Зростання ролі штучного інтелекту та роботизованих систем у процесі діагностики.
Підключені автомобілі	Розширення можливостей підключення авто до мережі для постійного моніторингу в режимі онлайн.
5G технології	Забезпечення швидшого та ефективнішого обміну даними для діагностики в реальному часі.
Більш детальна превентивна діагностика	Прогнозування несправностей ще на ранніх стадіях завдяки аналізу великих даних.

Очікується, що до 2030 року діагностика автомобілів буде майже повністю автоматизованою, з мінімальним втручанням людини, а більшість процесів буде контролюватися через хмарні платформи і штучний інтелект. Також прогнозується, що технології 5G сприятимуть розвитку діагностики в реальному часі, дозволяючи більш швидкий і детальний аналіз даних від автомобіля.

## РОЗДІЛ 2.

### МЕТОДИ ЗА ЗАСОБИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.

#### 2.1 Основні методи діагностування автомобільної техніки.

Розрізняють суб'єктивні (органолептичні) та об'єктивні (інструментальні) методи діагностики автомобіля. Суб'єктивні методи полягають у визначенні технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. За допомогою органів чуття людина отримує та аналізує інформацію, ухвалюючи рішення про технічний стан, що, природно, може спричинити похибки.

Найпоширеніші суб'єктивні методи включають: візуальний огляд, прослуховування роботи механізму, обмацування механізму, а також аналіз технічного стану на основі логічного мислення.

За допомогою візуального методу можна виявити такі несправності:

- порушення ущільнень;
- дефекти трубопроводів, шлангів або пристроїв (протікання палива, масла, охолодної рідини);
- тріщини акумуляторної батареї (протікання електроліту);
- неповне згоряння палива (димність вихлопних газів);
- зношування деталей циліндро-поршневої групи або затримку подачі палива (голубуватий колір вихлопних газів);
- якість моторного масла (колір масляної плями на фільтрувальному папері);
- потрапляння води чи палива в камеру згоряння (білий дим у вихлопних газах);
- підтікання форсунок (збільшення рівня масла в піддоні картера двигуна) тощо.

Під час прослуховування роботи механізмів можна виявити такі несправності: збільшений зазор між клапанами і коромислами газорозподільного механізму, що проявляється стукотом у зоні клапанного механізму; спрацювання шатунних і корінних підшипників, яке супроводжується стукотом у відповідних зонах кривошипно-шатунного механізму при зміні частоти обертання колінчастого вала; надмірне випередження або запізнювання впорскування палива, яке визначається за

характером вихлопу; нещільність посадки клапанів газорозподілу, що видає свист або шипіння під час ручного прокручування колінчастого вала; несправності зчеплення автомобіля, які проявляються шумом і стукотом у коробці передач.

Методом *обмацування* можна діагностувати ослаблення кріплень за відносним переміщенням деталей; несправності механізмів і деталей за надмірним нагріванням; несправності рульового механізму за поштовхами на рульовому колесі.

Логічне мислення дозволяє дійти висновків про несправності, такі як спадання потужності двигуна (автомобіль "не тягне"), проблеми паливної апаратури (утруднений пуск двигуна) та несправності системи охолодження (перегрів двигуна).

*Об'єктивні методи* діагностування базуються на вимірюванні й аналізі інформації про технічний стан автомобіля за допомогою спеціальних контрольно-діагностичних засобів і алгоритмів. Вони охоплюють діагностування за структурними параметрами, герметичністю робочих об'ємів, вихідними параметрами робочих процесів, віброакустичними параметрами, параметрами повторюваних циклів, а також за складом картерного масла і відпрацьованих газів.

*Діагностування за структурними параметрами* передбачає вимірювання зазорів і параметрів, які визначають взаємне розташування деталей і механізмів, без розбирання спряжень тертьових поверхонь. Воно застосовується для оцінки стану підшипникових вузлів, клапанів, кривошипно-шатунних і поршневих груп двигуна, шворневих з'єднань, рульового керування, кутів встановлення коліс тощо. Для цього використовують щупи, лінійки, штангенциркулі, нутроміри, індикатори годинникового типу, виски та спеціальні пристрої. Метод забезпечує високу точність і простоту, але є трудомістким і малотехнологічним.

*Діагностування за герметичністю* робочих об'ємів визначає витік газів або рідин із вузлів і механізмів, таких як камера згоряння, система охолодження, живлення, шини, гідравлічні й пневматичні пристрої. Діагностичними параметрами виступають компресія двигуна, проривання газів у картер, розрідження у впускному трубопроводі, витік повітря з циліндра, угар масла, тиск палива тощо.

Використовують компресометри, манометри, вакуумметри, витратоміри газів, пневматичні калібри та інші прилади.

*Діагностування за параметрами* робочих процесів базується на оцінці характеристик, таких як гальмівний шлях, сповільнення автомобіля, гальмівні сили та їхня різниця між колесами, час спрацювання приводу гальм, сила натискання на педаль, швидкість зміни гальмівних сил, параметри пульсації тиску газів і палива, тяга ведучих коліс, контрольна витрата палива тощо.

Для визначення робочих параметрів використовують різноманітні контрольні-діагностичні засоби, зокрема стенди для оцінки тягових і ходових якостей автомобіля, деселерометри, динамометр-люфтоміри для перевірки рульового керування, площадкові стенди для аналізу амортизаторів за коливанням непідресорених мас, а також прилади для вимірювання потужності двигуна.

Діагностування за віброакустичними параметрами базується на аналізі пружних коливань і структурного шуму, що виникають через удари та рух окремих деталей механізмів. У процесі зношування деталей ці параметри змінюються, що дозволяє оцінити стан механізмів за характеристиками шуму і вібрації.

На автотранспортних підприємствах спеціальні установки використовують для вимірювання вібраційних характеристик двигуна, силової передачі, ведучого моста, рами, а також акустичних характеристик матеріалів і динамічних властивостей гумових віброізоляторів і шин. Випробування акустичних параметрів автомобіля зазвичай проводять у безлунній камері на стенді з малозумними біговими барабанами. (рис. 2.1).

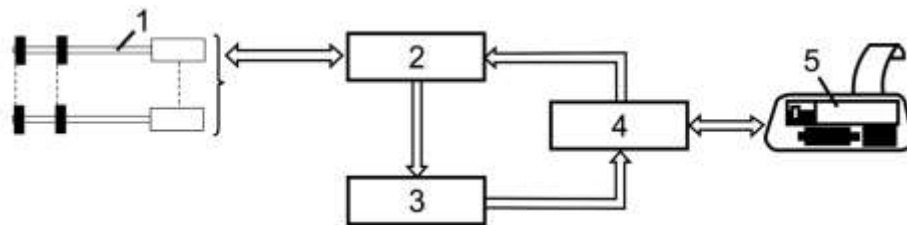


Рис. 2.1. Схема акустичних випробувань легкового автомобіля:  
де, 1 – акустичні антени; 2 – блок керування; 3 – інтенсиметр;  
4 – інтерфейс; 5 – ПК.

При віброакустичних випробуваннях автомобіля на бігових барабанах реєструють загальний рівень шуму в децибелах (для легкового автомобіля звичайно при  $n=2000\ldots 6000$  хв<sup>-1</sup>). На нерухомому автомобілі визначають частоти власних коливань різних агрегатів, оцінюють ефективність підвіски силового агрегату при працюючому двигуні.

## 2.2 Принципи роботи діагностичних систем автомобільної техніки.

Діагностичні моделі визначають причинно-наслідкові співвідношення між технічним станом об'єкта діагностування (вхідними і внутрішніми параметрами його структури) та їхніми діагностичними сигналами (вихідними параметрами).

*Діагностичні моделі* можуть бути в аналітичній, табличній, векторній, структурно-наслідковій або іншій формах. Вибір моделі залежить від деяких факторів: умов експлуатації, можливих конструктивних виконань, ступеня вивченості цього об'єкта або його окремої системи, ступеня абстрагування від реальної системи та ін.

*Аналітичні моделі* найповніше описують процеси діагностичної системи. Однак при великій кількості структурних елементів і зовнішніх факторів, які діють на систему, вони бувають дуже громіздкими, що утруднює застосування їх щодо вихідних параметрів.

У зв'язку з цим у практиці дуже поширені *структурно-наслідкові моделі*. На рівні I цієї схеми містяться найуразливіші механізми і деталі автомобіля; на рівні II – спряження між ними, тобто структурні параметри. На рівні III показані відхилення цих величин, які перевищують граничні значення, тобто характерні несправності. На 17 рівні IV розміщені робочі або супровідні процеси (діагностичні ознаки), що відповідають структурним параметрам. На рівні V розташовані діагностичні параметри, тобто фізичні величини, за допомогою яких можна виміряти супровідні, або робочі, процеси об'єкта діагностування і таким чином визначити технічний стан об'єкта без його розбирання.

Структурно-наслідкова модель створюється на основі інженерного вивчення будови об'єкта і його функціонування, статистичного аналізу показників надійності та оцінки діагностичних параметрів.

Основним недоліком названих вище моделей є трудність і неможливість синтезу моделей великих складних систем. Тому тепер набирає великого поширення імітаційне моделювання.

Імітаційне моделювання дає змогу експериментально досліджувати складні внутрішні взаємодії з великою розмірністю за кількістю змінних зв'язків між елементами моделі, вивчати дію на функціональні системи інформаційних і організаційних змін, що мають випадковий характер, нелінійність, обмеження різних типів. За імітаційним моделюванням можна оцінити поведінку системи в нових ситуаціях, перевіряти нові стратегії і правила прийняття рішення.

### **2.3 Параметри і нормативи.**

Щоб визначити, в якому стані автомобіль або його елемент, треба знати їхні параметри технічного стану (структурних параметрів), заданих нормативно-технічною документацією заводу-виготовлювача.

Параметрами технічного стану (структурними параметрами) називаються фізичні величини (міліметр, градус та ін.), які визначають зв'язок і взаємодію елементів автомобіля та його функціонування в цілому.

В процесі експлуатації параметри технічного стану змінюються від номінального до граничного значення під впливом різних конструктивнотехнологічних і експлуатаційних факторів. Граничні значення структурних параметрів зумовлені ймовірністю відмов і несправностей автомобіля і є в основному значеннями техніко-економічного характеру.

*Діагностичні параметри* – це якісна міра прояву технічного стану автомобіля та його елементів за посередніми ознаками. Наприклад, ефективність двигуна можна оцінити за потужністю і темпом їх наростання, гальма – за гальмівним шляхом і сповільненням автомобіля. Ці параметри дають узагальнену інформацію про стан механізму в цілому, що є основою для подальшої діагностики

елементів. Супровідні процеси (шум, нагрівання та ін.) можна оцінити за допомогою таких діагностичних параметрів, як швидкість і прискорення вібрацій, ступінь і швидкість нагрівання, компресія, концентрація в маслі продуктів відпрацювання та ін. Ці параметри дають конкретнішу інформацію про технічний стан механізму, що діагностується, і досить універсальні, їх широко застосовують для складних технічних систем.

Діагностичні параметри повинні мати чутливість, однозначність, стабільність, інформативність щодо визначення причинно-наслідкових зв'язків із структурними параметрами.

Під чутливістю діагностичного параметра  $K_u$  розуміють відношення приросту параметра  $dS$  до відповідної зміни  $dx$  структурного параметра.

Чим більше значення цієї величини, тим діагностичний параметр чутливіший до зміни структурного параметра. Однозначність діагностичного параметра визначається монотонно зростаючою або спадною залежністю його зі структурним параметром у діапазоні від початкової  $x_p$  до граничної  $x_g$  змін структурного параметра.

**Діагностичні нормативи** – це кількісна оцінка технічного стану системи, яку діагностують. До них належать: початкове значення діагностичного параметра; його граничне значення, при досягненні якого виникає ймовірність появи відмови; попереджувальне або допустиме значення при заданій періодичності діагностування.

Діагностичні нормативи можна поділити на дві групи: ті, що визначаються стандартами, і ті, що зумовлені нормативно-технічною документацією заводів-виготовлювачів.

До першої групи належать діагностичні нормативи, які характеризують технічний стан механізмів і вузлів, що створюють безпеку руху і згубно впливають на навколишнє середовище. Це – гальмівний шлях, час спрацювання гальмового приводу, гальмівні сили на колесах, вміст шкідливих компонентів відпрацьованих газів, рівень шуму та ін.

До другої групи належать діагностичні нормативи, пов'язані з технічними допусками структурних параметрів або з оптимальними показниками надійності й

економічності роботи автомобіля. Нормативи структурних параметрів установлюють на стадії проектування і коректують при доводці автомобіля. Наприклад, зазори в клапанному механізмі, контактах переривача; кривошипно-шатунному механізмі, шворневому з'єднанні; кути встановлення коліс автомобіля і т.п.

Серед нормативних показників першої і другої груп виділяють проміжні. Параметри цієї групи пов'язані з підвищенням витрати палива, зниженням потужності двигуна, довговічності деталей та вузлів тощо.

#### **2.4 Засоби технічного діагностування.**

Засоби технічного діагностування поділяються за кількома критеріями.

За способом виконання вони бувають зовнішніми, які не є частиною об'єкта діагностування, та вмонтованими, що включають систему датчиків і є складовою конструкції об'єкта.

Зовнішні засоби діагностики класифікують на стаціонарні, пересувні та переносні.

За функціональним призначенням вони поділяються на комплексні (для діагностики автомобіля в цілому), а також для діагностування окремих вузлів і систем: двигуна, органів керування, гальм, трансмісії, ходової частини, підвіски, електрообладнання, гідравлічних систем, світлових приладів і спеціального обладнання.

За охопленням машин і видом систем діагностування засоби можуть бути частиною загальних систем діагностики всього автомобіля, локальних систем для окремих вузлів або використовуватися окремо.

За ступенем автоматизації процесу розрізняють автоматичні, напівавтоматичні, із ручним або ножним керуванням, а також комбіновані.

Залежно від виду застосування, діагностика може бути стендовою або портативною. Стендове діагностування передбачає використання роликів або бігових барабанів, що імітують рух автомобіля дорогою.

На стендах застосовують одинарні і найчастіше спарені барабани (рис. 2.2). Одинарні барабани великого радіуса добре відтворюють умови руху автомобіля по дорозі. Перевага спарених барабанів – значно більша стійкість установленого на них автомобіля в процесі випробування.

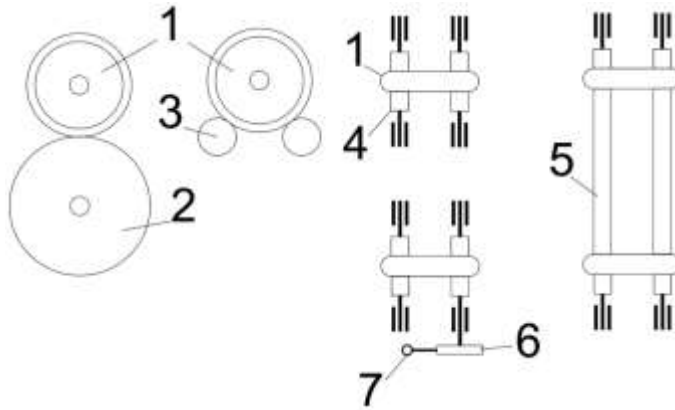


Рис. 2.2. Схеми бігових барабанів:

1 – колесо автомобіля, 2 – одинарний барабан; 3 – спарені барабани; 4 – барабани під колесо; 5 – барабани під вісь; 6 – гальмівний пристрій; 7 – датчик вимірювання крутного моменту.

## 2.5 Основне електрообладнання автомобільної техніки.

Електрообладнання автомобіля відіграє важливу роль, забезпечуючи запуск двигуна, внутрішнє освітлення салону, зовнішнє освітлення, звукову і світлову сигналізацію, а також живлення контрольно-вимірювальних приладів та системи запалювання. Усі пристрої електрообладнання автомобіля можна поділити на дві групи:

*Перша група* – джерела електричної енергії: генератор та акумуляторна батарея.

*Друга група* – всі інші електричні пристрої.

Генератор, який приводиться в дію двигуном внутрішнього згорання, перетворює механічну енергію в електричну для живлення споживачів та заряджання акумулятора. Акумуляторна батарея перетворює хімічну енергію в електричну і живить споживачів, коли двигун вимкнений або працює на холостих обертах. Генератор і акумулятор підключені паралельно.

Сучасні автомобілі використовують однопровідну систему електроживлення, де один провід підводять до споживачів, а роль другого проводу виконує кузов автомобіля, так звана "маса".

*Генератор* є основним джерелом електроенергії, яке живить споживачів та заряджає акумулятор при середніх та високих обертах двигуна. У сучасних автомобілях застосовуються трифазні генератори змінного струму з діодними випрямлячами та електронними системами керування. Генератор приводиться в дію через пасову передачу від колінчастого вала двигуна, тому його оберти залежать від швидкості обертання вала двигуна.

Для підтримання стабільної напруги на клеммах генератора використовують регулятори напруги. Для охолодження генератора застосовують вентилятори повітряного охолодження.

Основні характеристики генератора включають тип струму, напругу, потужність, початкову напругу (без навантаження) і максимальну частоту обертання (під навантаженням).

Генератори бувають контактного і безконтактного типів. У контактних генераторах струм збудження подається через контактні кільця за допомогою графітових щіток. На відміну від генераторів постійного струму, в таких генераторах немає іскріння. Безконтактні генератори не мають контактних кілець і щіток, що підвищує їх надійність і дозволяє працювати у важких умовах, хоча вони зазвичай більші і важчі. Схема генератора постійного струму зображена на рис 2.3.

Генератори змінного струму можуть заряджати акумулятор навіть на низьких обертах двигуна (в режимі холостого ходу), а на високих обертах здатні виробляти достатню потужність для роботи без акумулятора.

У генераторів постійного струму частота обертання обмежена іскрінням під щітками. При низьких обертах двигуна напруга генератора нижча за напругу акумулятора, тому струм використовується лише для збудження генератора та реле-регулятора.

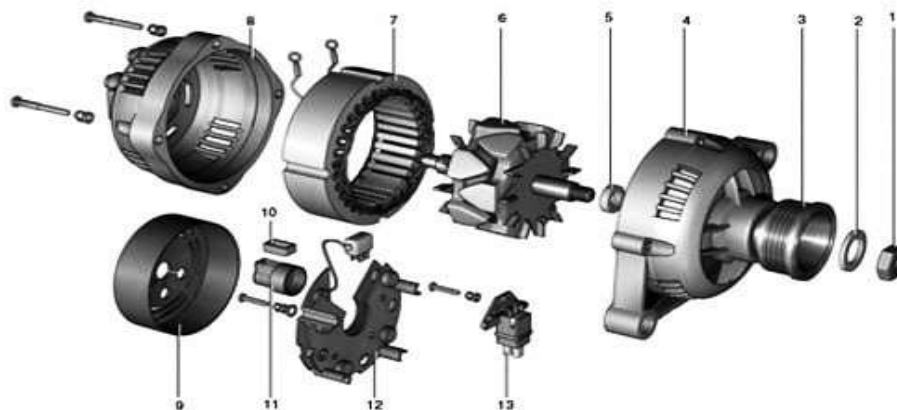
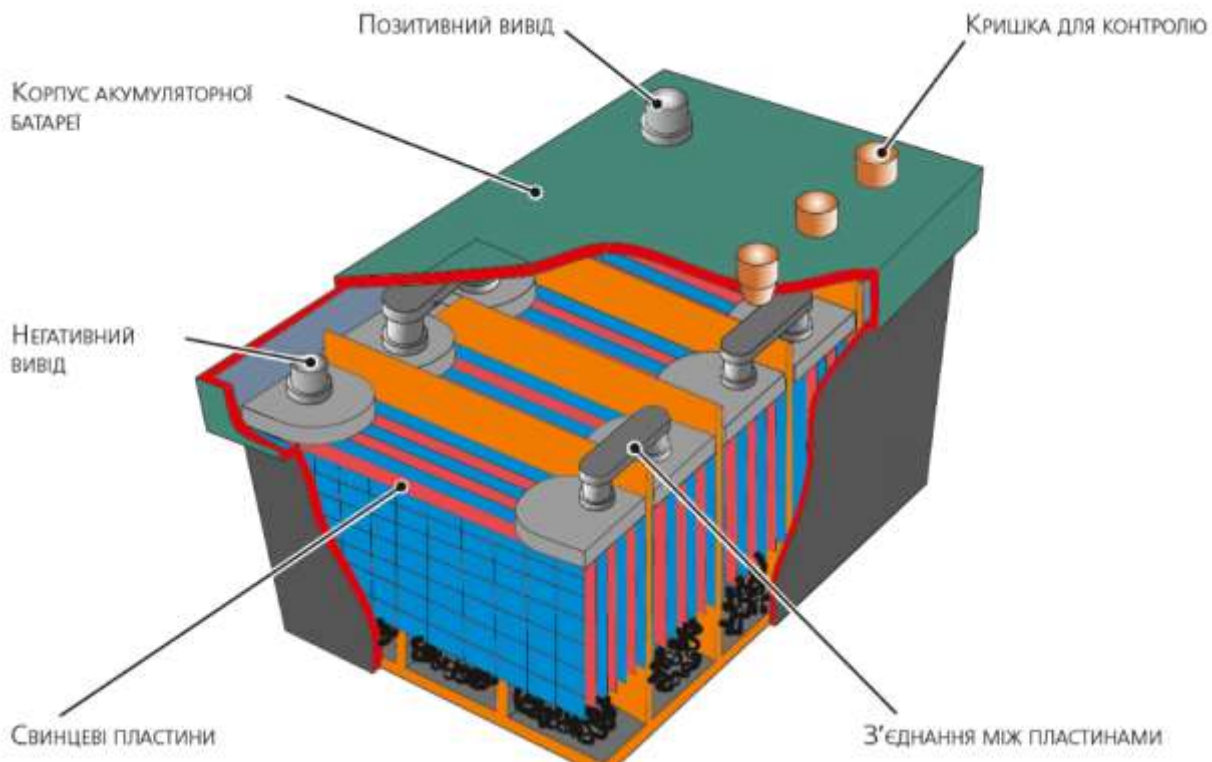


Рис. 2.3. Схема генератора постійного струму

- 1.Гайка. 2.Шайба. 3.Шків. 4.Передня кришка. 5.Дистанційне кільце. 6.Ротор.
- 7.Статор. 8.Задня кришка. 9.Кожух. 10.Прокладка. 11.Захисна втулка.
- 12.Випрямний блок з конденсатором. 13.Щіткотримач з регулятором напруги.

*Акумуляторна батарея.*

Акумуляторна батарея використовується для забезпечення електричною енергією стартера при запуску двигуна внутрішнього згорання, а також для живлення інших споживачів електроенергії, коли генератор не працює або не здатен повністю забезпечити їх (наприклад, під час роботи двигуна на холостому ході). Вона складається з шести свинцево-кислотних двовольтових акумуляторів, з'єднаних послідовно, що створює робочу напругу 12 В. Корпус батареї виготовлений з кислотостійкого пластику або ебоніту і розділений перегородками на шість комірок. На дні кожної комірки є ребра (призми), що підтримують свинцеві



пластини акумуляторів зображено на рис 2.4.

Рис. 2.4 Будова акумуляторної батареї.

На багатьох сучасних автомобілях для запобігання крадіжці головного модуля аудіосистеми встановлений своєрідний захист, який блокує аудіомагнітоли після відключення негативної клеми від акумуляторної батареї. Щоб магнітола запрацювала, в неї необхідно ввести певний код — ключ. Якщо ви купуєте новий

автомобіль, цей код вам вручать у салоні, якщо купуєте машину з рук, необхідно уточнити у власника наявність такого коду.

Активну масу для пластин пресують у їхню решітку, використовуючи водний розчин сірчаної кислоти на основі свинцевих оксидів: свинцевого сурика ( $Pb_3O_4$ ) та свинцевого глету ( $PbO$ ) для позитивних пластин, і свинцевого порошку – для негативних. Щоб підвищити ємність акумулятора та знизити його внутрішній опір, однотипні пластини з'єднують у напівблоки, які завершуються вивідними полюсними штирями. Напівблоки з позитивними й негативними пластинами збирають у блок таким чином, що позитивні пластини розташовані між негативними, тому негативних пластин завжди на одну більше. Це дозволяє ефективніше використовувати активну масу позитивних пластин та захищати крайні пластини від деформації та руйнування.

**Стартер** – це двигун постійного струму послідовного збудження, призначений для короткочасної роботи тривалістю до 10 секунд. Він складається з електродвигуна, приводу і електромагнітного тягового реле (рис 2.5). Номінальна потужність стартера при напрузі 12 В становить 4 кВт. Електродвигун має чотири полюси, на яких змонтовані котушки обмотки збудження з послідовно-паралельним з'єднанням.

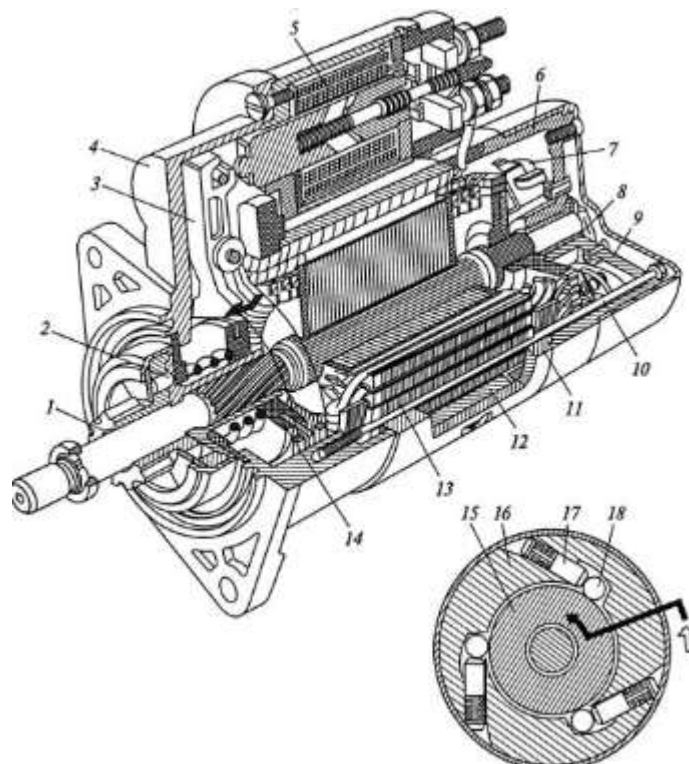
Якір стартера містить вал із запресованим колектором та пакетом сталевих пластин, у пази яких укладені секції хвильової обмотки, виконані з прямокутного мідного проводу без ізоляції. Кінці обмотки закріплені в пазах і припаяні. Колектор торцевого типу виготовлений з мідної пластини, армованої пластмасою. Кришка зроблена зі сплаву цинку і має прикріплені щіткотримачі. Щітки трапецеподібні, а надійний контакт із колектором забезпечується циліндричними пружинами, ізольованими від корпусу для уникнення проходження струму через них. Ізольовані щітки з'єднані з котушками обмотки збудження за допомогою штекерів.

Вал якоря обертається в підшипниках ковзання, запресованих у кришки. Електродвигун стартера живиться від акумуляторної батареї. При повороті ключа запалювання активується електромагнітне реле, яке втягує якір, передаючи рух через тягу і важіль до приводу стартера. Привод, що розміщений на валу якоря,

включає шестерню, роликову муфту, вільний хід за допомогою втулки, буферну пружину і втулку відведення.

При активації стартера напруга від акумуляторної батареї подається на реле РС502, з'єднане з корпусом. Реле замикає свої контакти, живлячи тягове реле стартера, яке запускає колінчастий вал двигуна. Коли частота обертання двигуна зростає, напруга генератора підвищується, і при досягненні 8-9 В (650-750 об/хв) реле вимикається, розмикаючи контакти, і стартер відключається під дією пружини.

Рис. 2.5 Схема стартера.



1 – шестерня; 2 – муфта; 3 – важіль; 4, 9 – кришки; 5 – реле; 6 – колектор; 7 – щітки; 8 – втулка; 10 – болт; 11 – корпус; 12 – полюс; 13 – якор; 14 – кільце; 15, 16 – обойми; 17 – плунжер; 18 – ролик.

## РОЗДІЛ 3.

### ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МОТОР-ТЕСТЕРА MT-PRO.

#### 3.1 Призначення спеціалізованого мотор-тестера MT-PRO.

Діагностичний комплекс MT Pro призначений для безрозбірної діагностики автомобільних двигунів внутрішнього згоряння, включаючи систему запалювання, подачі пального, газорозподілу, живлення тощо, а також для зчитування інформації з електронних блоків управління (ЕБУ) автомобіля за протоколом OBD II (для версії приладу з вбудованим OBD II сканером). MT Pro є універсальним вимірювальним приладом, який не прив'язаний до конкретної марки чи моделі автомобіля, тобто дозволяє проводити діагностику всіх марок і моделей. Прилад практично завжди забезпечує можливість безпосереднього підключення датчиків і щупів до відповідних електричних ланцюгів автомобіля без необхідності використання додаткових адаптерів, дільників тощо.

Діагностичний комплекс MT Pro дозволяє ефективно виявляти несправності в наступних системах:

#### *Система запалювання*

- Визначення стану свічок та свічкових проводів (нагар, обриви, пробої).
- Визначення режимів роботи та несправностей котушки запалювання (міжвиткові замикання, контроль правильності підключення, пробої).
- Діагностика датчиків системи запалювання (індуктивний, Холла).
- Визначення кутів випередження запалювання (без стробоскопа).

#### *Система подачі пального*

- Електрична перевірка паливних форсунок (міжвиткові замикання обмоток форсунок, тривалість фази уприскування тощо).
- Перевірка роботи датчиків температури, положення дросельної заслінки, датчика кисню, датчика масової витрати повітря тощо.
- Перевірка роботи виконавчих механізмів (регулятора холостого ходу тощо).

#### *Система газорозподілу*

- Оцінка відносної компресії по циліндрах у режимі стартерної прокрутки.
- Вимірювання компресії в динаміці (на працюючому двигуні) та в режимі прокрутки.
- Визначення правильності встановлення ременя ГРМ.
- Контроль роботи клапанів.

### ***Система живлення та зарядки***

- Перевірка роботи генератора та системи зарядки акумулятора.

### ***За наявності вбудованого OBD II сканера можливе:***

- Ідентифікація транспортного засобу.
- Читання та розшифровка кодів несправностей.
- Скидання збереженої інформації про коди несправностей.
- Відображення стану датчиків у цифровому та графічному вигляді.
- Відображення стану системи (стоп-кадр) на момент виникнення несправності.
- Зчитування та розшифровка результатів тесту датчика кисню.
- Управління виконавчими механізмами.

### ***Функціональні можливості***

- Одночасне відображення на екрані даних з 1, 2, 3 ... 7, 8 аналогових каналів і 1 логічного каналу.
- Можливість синхронізації з сигналами практично всіх електричних ланцюгів автомобіля.
- Тривалий час реєстрації сигналу (обмежено доступним дисковим простором).
- Можливість збереження даних про отримані сигнали та підтримка звітів.

Діагностичний комплекс MT Pro дозволяє ефективно виявляти несправності в таких системах, як запалювання, подача пального, газорозподіл, живлення та зарядка. Прилад забезпечує перевірку стану свічок і свічкових проводів, котушки запалювання, а також діагностику датчиків індуктивного типу і Холла. Він також визначає кути випередження запалювання без необхідності використання стробоскопа.

Система подачі пального перевіряється через електричну діагностику паливних форсунок і датчиків, таких як датчик температури, положення дросельної

заслінки, кисню та масової витрати повітря, а також виконавчих механізмів, наприклад, регулятора холостого ходу. У системі газорозподілу можна оцінити відносну компресію по циліндрах, виміряти компресію в динаміці та контролювати правильність встановлення ременя ГРМ і роботу клапанів.

У системі живлення та зарядки здійснюється перевірка генератора та зарядки акумулятора. Якщо прилад має вбудований OBD II сканер, він дозволяє ідентифікувати транспортний засіб, читати і розшифровувати коди несправностей, скинути збережену інформацію, відображати стан датчиків і систем у цифровому та графічному вигляді, зчитувати результати тестів датчика кисню та керувати виконавчими механізмами. Функціональні можливості приладу включають одночасне відображення даних з кількох каналів, синхронізацію з електричними ланцюгами автомобіля, тривалий час реєстрації сигналу та збереження даних для подальшого аналізу.

### **3.2 Підготовка до роботи мотор-тестера MT-PRO.**

#### ***1. Встановлення програмного забезпечення***

Вставте компакт-диск із програмним забезпеченням в оптичний привід і запустіть файл установки "MtPro\_Setup.exe", який знаходиться в кореневій директорії компакт-диска. Дотримуючись інструкцій інсталяційної програми, встановіть програмне забезпечення в обрану директорію на вашому ПК. Після встановлення програмного забезпечення в операційній системі буде зареєстровано новий тип файлу з розширенням \*.mt, пов'язаний із ПО MT Pro, що дозволить відкривати відповідні файли подвійним клацанням, наприклад, з вікна провідника.

#### ***2. Встановлення драйвера пристрою***

У провіднику Windows відкрийте директорію, в яку раніше було встановлено програмне забезпечення, зайдіть в директорію "Driver" і відкрийте файл ReadMe.txt. Дотримуйтеся інструкцій для встановлення драйвера.

#### ***3. Підготовка ПК для роботи з MT Pro***

Для забезпечення максимальної продуктивності MT Pro при роботі в режимі самописця (дані в реальному часі безперервно записуються на жорсткий диск) обов'язково має бути увімкнена підтримка режиму передачі DMA.

#### 4. Увімкнення режиму передачі DMA для Windows 10-11:

- Клацніть правою кнопкою миші на значку "Мій комп'ютер" і виберіть у випадаючому меню пункт "Властивості" ( рис.3.1 ).
- У вікні "Властивості системи" виберіть вкладку "Обладнання" і натисніть на кнопку "Диспетчер пристроїв".
- У вікні "Диспетчер пристроїв" двічі клацніть на пункт "IDE ATA/ATAPI контролери".
- Клацніть правою кнопкою миші на пункті "Первинний канал IDE" і виберіть у меню "Властивості".
- У вікні "Властивості: Первинний канал IDE" виберіть вкладку "Додаткові параметри".
- У групах "Пристрій 0" і "Пристрій 1" у списках "Режим передачі:" виберіть "DMA, якщо доступно".
- Натисніть кнопку "ОК".
- Повторіть ці дії для всіх доступних каналів IDE.
- Після перезавантаження Windows перевірте встановлений режим передачі. Якщо режим DMA не буде активований, безперебійна робота приладу в режимі самописця на максимальних частотах не гарантується.

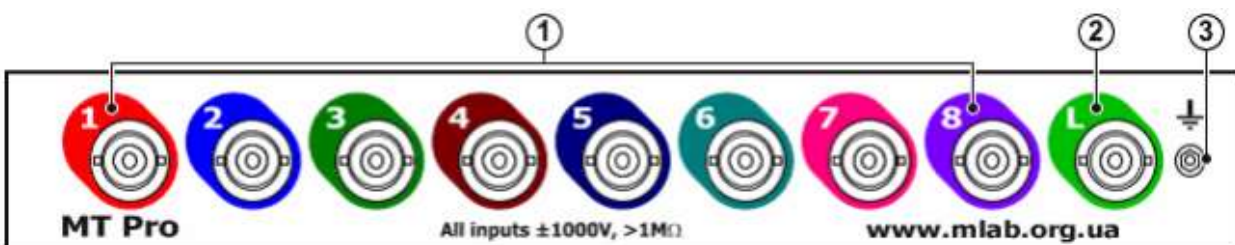


Рис. 3.1 Підключення передньої панелі вимірювального блоку MT Pro.

На передній панелі вимірювального блоку MT Pro знаходяться такі елементи ( рис 3.2 ):

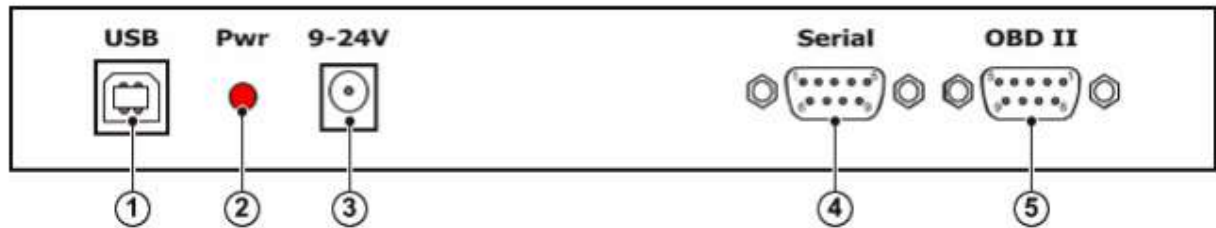
1. Вісім високочастотних роз'ємів типу BNC універсальних аналогових каналів.
2. Високочастотний роз'єм типу BNC універсального логічного каналу.
3. Клема заземлення приладу.

Р

ис

3.

2



Задня панель вимірювального блоку MT Pro

На задній панелі вимірювального блоку MT Pro знаходяться такі елементи:

1. Роз'єм USB типу B для підключення приладу до одного з вільних USB-портів ПК за допомогою інтерфейсного кабелю USB типу A-B.
2. Індикатор наявності живлення приладу.
3. Роз'єм типу DJK-02 для підключення зовнішнього джерела живлення постійного струму з вихідною стабілізованою напругою в діапазоні 9 - 24 В та вихідним струмом не менше 200 мА. Зовнішнє джерело живлення доцільно використовувати, якщо USB-порт ПК (старі ноутбуки) не забезпечує необхідної навантажувальної здатності. Як зовнішнє джерело живлення можна використовувати стандартні широко розповсюджені 12 В блоки живлення або зовнішній акумулятор (позитивний полюс акумулятора повинен підключатися до внутрішнього штиря роз'єму DJK). Акумулятор діагностованого автомобіля не повинен використовуватися як зовнішнє джерело живлення.
4. Роз'єм "Serial" типу DRB9M (вилка) для підключення зовнішніх модулів.
5. Роз'єм "OBD II" типу DRB9F (гніздо) для підключення вбудованого OBD II сканера до ЕБУ автомобіля.

Для підключення приладу до стаціонарного ПК слід використовувати тільки USB-порти ( рис 3.3,3.4 ), розташовані на задній панелі ПК, оскільки внутрішні шлейфи USB-портів передньої панелі зазвичай не екранізовані.

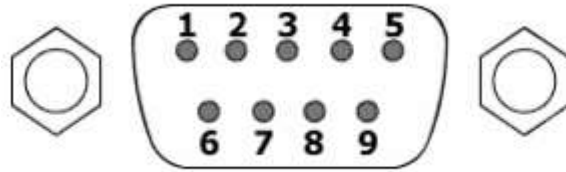
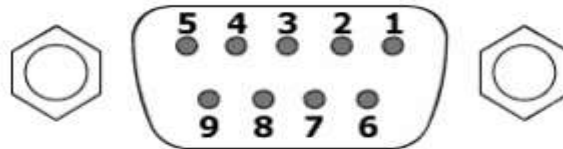


Рис. 3.3 Контакти роз'єму "Serial"

1. GND – корпус приладу.
2. RxD – лінія прийому даних за інтерфейсом RS-232.
3. TxD – лінія передачі даних за інтерфейсом RS-232.
4. +5 – вихід внутрішнього перетворювача напруги АКБ на 5 Вольт.
5. GND – корпус приладу.
6. GND – корпус приладу.
7. A – неінвертуюча лінія обміну за інтерфейсом RS-485.
8. B – інвертуюча лінія обміну за інтерфейсом RS-485.
9. Vbat – контакт

ПОЗИТИВНОГО



для підключення до  
полюса АКБ.

Рис. 3.4 Контакти роз'єму "OBD II"

1. GND – корпус приладу.
2. ALDL (на етапі розробки).
3. CAN-H.
4. ISO-K / K-Line.
5. CAN-L.
6. J1850 Bus-.
7. J1850 Bus+.
8. ISO-L / L-Line.
9. Vbat – контакт для підключення до позитивного полюса АКБ.

### Схеми заземлення.

Заземлення приладу та ПК, до якого підключений прилад, повинно виконуватись відповідно до вимог техніки безпеки ( рис.3.5-3.7 ).

Корпус ПК та клемма заземлення приладу заземлюються в одній точці окремими мідними багатожилевими проводами перетином не менше 0,5 мм<sup>2</sup>.

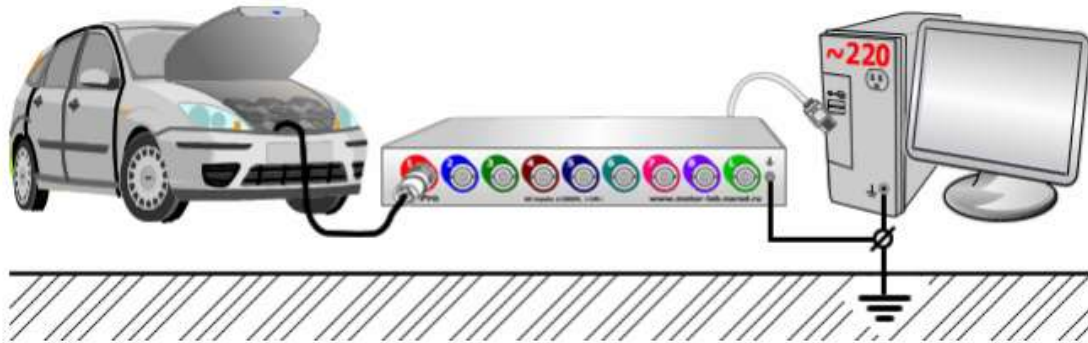


Рис. 3.5  
Схема

заземлення приладу та стаціонарного ПК

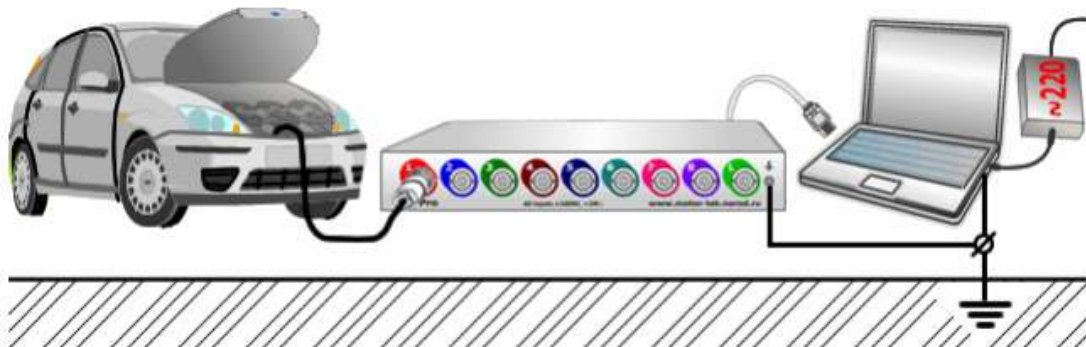


Рис. 3.6 Схема заземлення приладу та мобільного ПК, який живиться від мережевого адаптера.

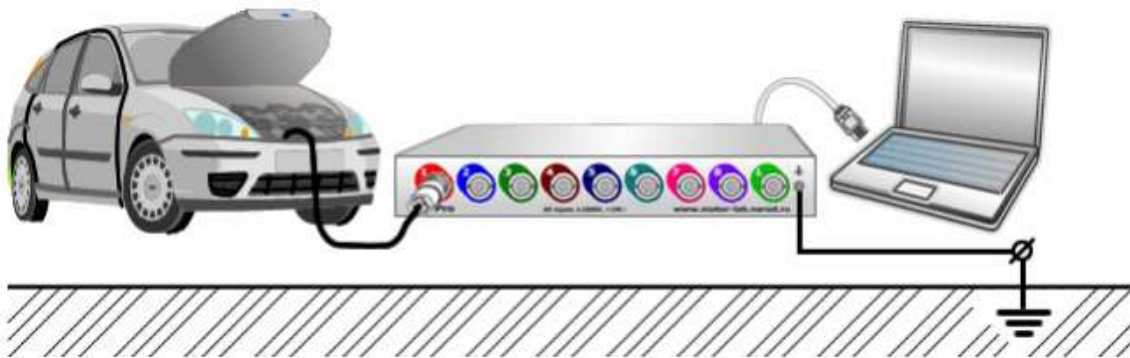


Рис. 3.7 Схема заземлення приладу та мобільного ПК, який живиться тільки від внутрішнього акумулятора.

Клема заземлення приладу заземлюється окремим мідним багатожильним проводом перетином не менше  $0,5 \text{ мм}^2$ .

### 3.3 Інтерфейс програмного забезпечення та аналіз використання.

Програмне забезпечення MT Pro має досить простий та зручний інтерфейс, побудований на основі концепції інтегрованих в додаток налаштовуваних користувачем вікон.

#### Головне вікно програми

Після завантаження додатку MT Pro на екрані ПК з'явиться головне вікно програми, зовнішній вигляд якого з відкритим вікном "Вторинне напруження" наведений на рис. 3.8.

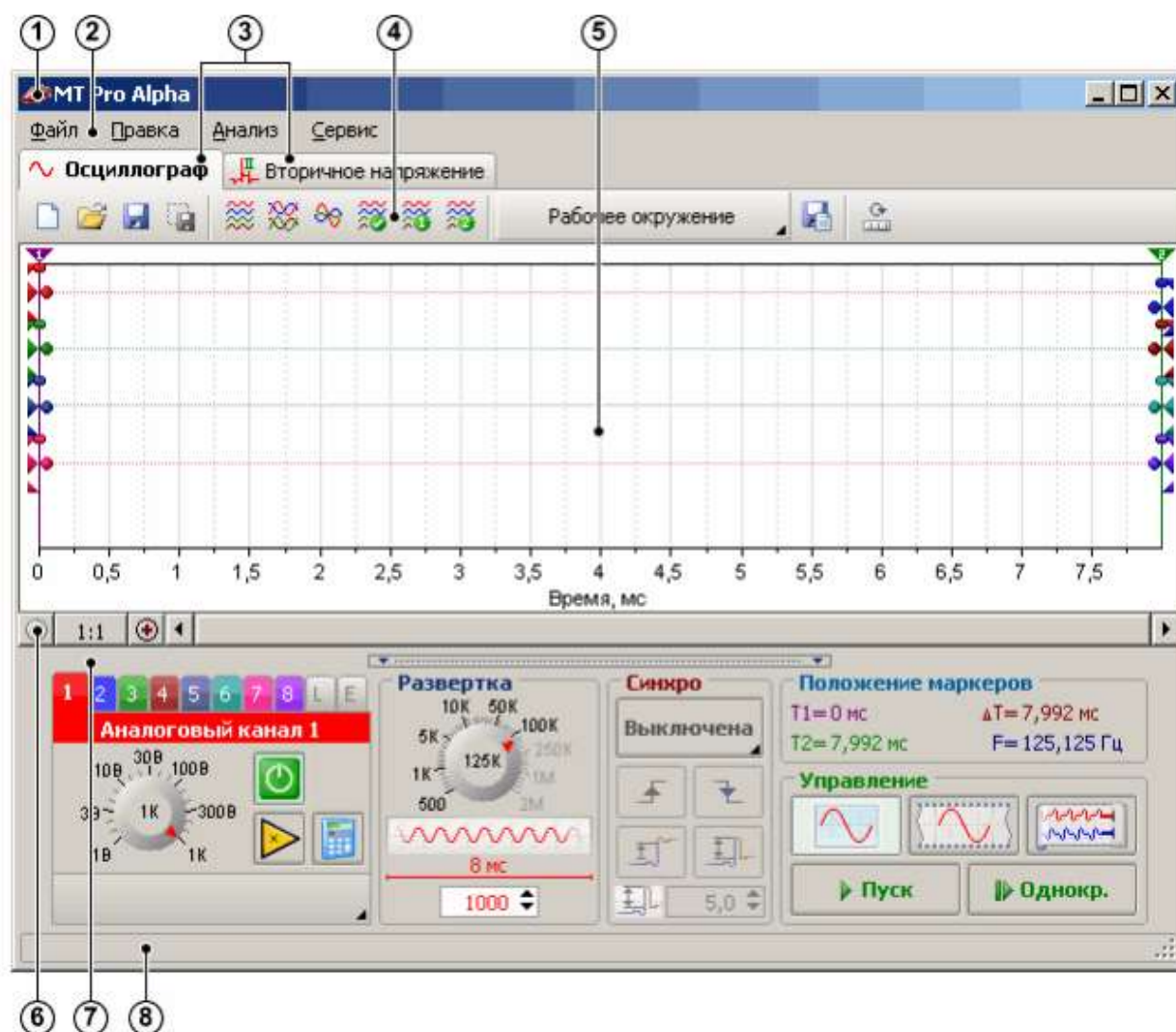


Рис. 3.8  
Головне вікно програмного забезпечення.  
1. Стамбартний заголовок вікна

програми Windows, у якому відображається назва програми та ім'я поточного файлу даних.

2. Головне меню з випадаючими підменю, яке завжди займає верхню частину головного вікна і постійно видиме незалежно від поточного вибраного додаткового вікна.
3. Заголовки відкритих вікон, інтегрованих у додаток.
4. Панель інструментів з кнопками-піктограмами, частково дублюючими деякі команди меню.
5. Робочий екран, на якому відображаються графіки реєструючих сигналів усіх активних каналів, а також знаходяться елементи керування графіками та відображуваними параметрами каналів.
6. Полоса прокрутки та елементи керування масштабом горизонтальної осі.
7. Панель керування, на якій знаходяться основні елементи управління параметрами поточного вікна.
8. Рядок стану, у якому відображається поточний стан пристрою, а також виводиться коротка підказка про елемент інтерфейсу, над яким знаходиться вказівник миші.

Для того, щоб швидко отримати коротку інформацію про будь-який елемент інтерфейсу програми, просто підведіть до нього вказівник миші і прочитайте короткі відомості про нього в рядку стану.

### ***Управління вікнами***

Інтегровані в додаток вікна на бажання користувача можуть бути організовані у вигляді вкладок, плаваючих вікон або закріплених панелей. Останнє розташування вікон автоматично зберігається і відновлюється при наступному запуску програми.

### ***Відкриття вікон***

Для відкриття одного з інтегрованих в додаток вікон необхідно вибрати відповідний пункт меню з випадаючого підменю “Аналіз”. Наприклад, для відкриття вікна аналізу системи запалювання на основі вторинного напруження, потрібно вибрати пункт меню “Аналіз” > “Вторинне напруження” зображене на рис.3.9.

Після цього з'явиться заголовок відкритого вікна “Вторинне напруження”.

Заголовок вікна “Осциллограф” автоматично ховається в разі, коли відкрите лише одне вікно осциллографа (для економії екранного простору).

Р



ис

3.9

### Вторинне напруження

#### Закриття вікон

Для закриття додаткового вікна достатньо виконати одне з наступних дій зображено на рис.3.10:

- Повторно вибрати пункт меню з випадаючого підменю “Аналіз”, відповідний закриваємому вікну.
- Клікнути правою кнопкою миші по заголовку вікна і в випадаючому меню вибрати пункт “Закрити”.

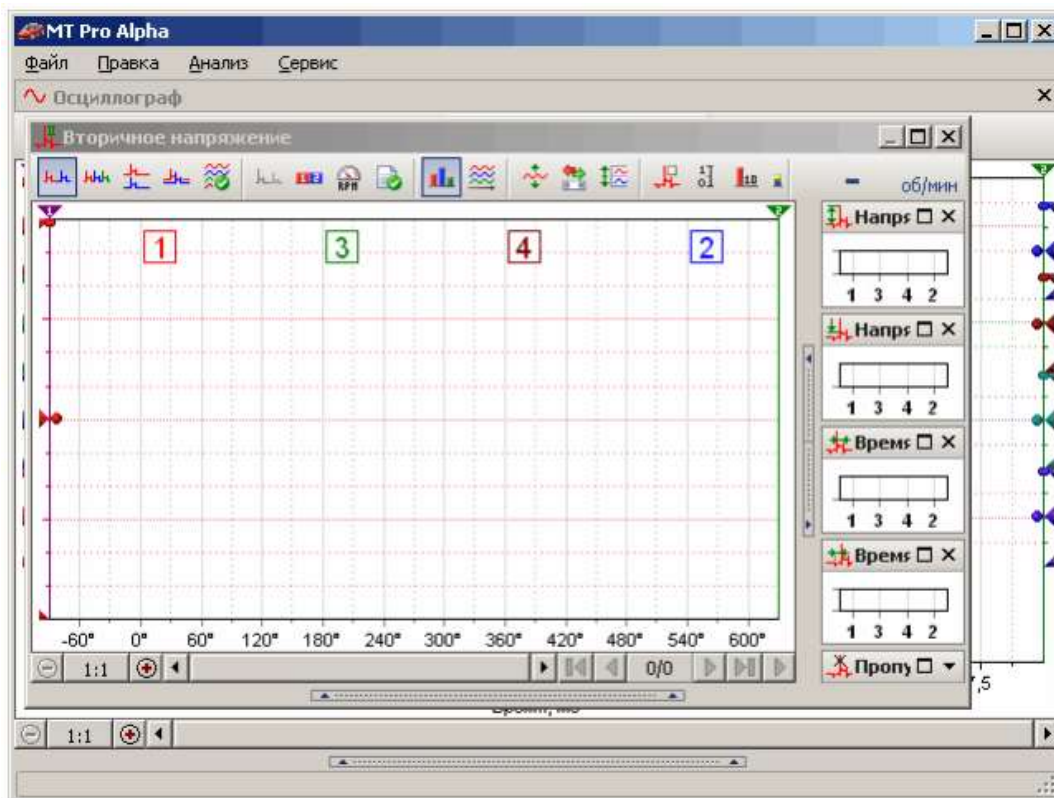


Рис. 3.10 Осциллограф у вигляді окремого плаваючого вікна.

### ***Переміщення вікон***

Переміщення вікон здійснюється перетягуванням вікна за його заголовок. Для початку переміщення вікна необхідно клікнути лівою кнопкою миші по заголовку відповідного вікна, після чого, не відпускаючи ліву кнопку миші, перетягніть вікно в задану позицію. Одночасно з початком перетягування вікна на екрані з'являться кілька напівпрозорих маркерів у вигляді стрілок, які вказують на місце закріплення вікна в новому місцеположенні, яке позначається напівпрозорим контуром вікна.

Для закріплення місцеположення вікна з одного з боків іншого вікна підведіть вказівник миші до маркера з відповідною стрілкою, в указаному місці з'явиться контур вікна. Для закріплення вікна у вигляді вкладки підведіть вказівник миші до центрального маркера або перетягніть заголовок вікна до заголовка іншого вікна. Для завершення переміщення вікна та закріплення в поточній позиції відпустіть ліву кнопку миші.

Для зміни розмірів вікон у вигляді закріплених панелей необхідно підвести вказівник миші до роздільника між двома або більше вікнами. Коли вказівник миші набуде вигляду лінії розділення, клікніть лівою кнопкою миші по області роздільника та перетягніть його в потрібну позицію.

### ***Елементи інтерфейсу***

Для ефективного взаємодії та управління МТ Pro, виходячи з специфіки автодіагностичних додатків, розроблений ряд спеціалізованих елементів інтерфейсу. Розуміння можливостей цих елементів є ключовим моментом для максимально ефективною та зручною експлуатації комплексу в цілому. Час, витрачений на вивчення можливостей розроблених елементів інтерфейсу, повернеться з торицею в процесі автодіагностики.

Елементи інтерфейсу враховують низку факторів, що виникають під час діагностики автомобілів, можливо побачити на рис.3.11:

- Ефективне управління кількома одночасно відображеними на екрані графіками.

- Можливість як індивідуальної, так і групової налаштування практично всіх параметрів.
- Практично повне дублювання управління за допомогою клавіатури.
- Підтримка типових налаштувань одним клацанням.

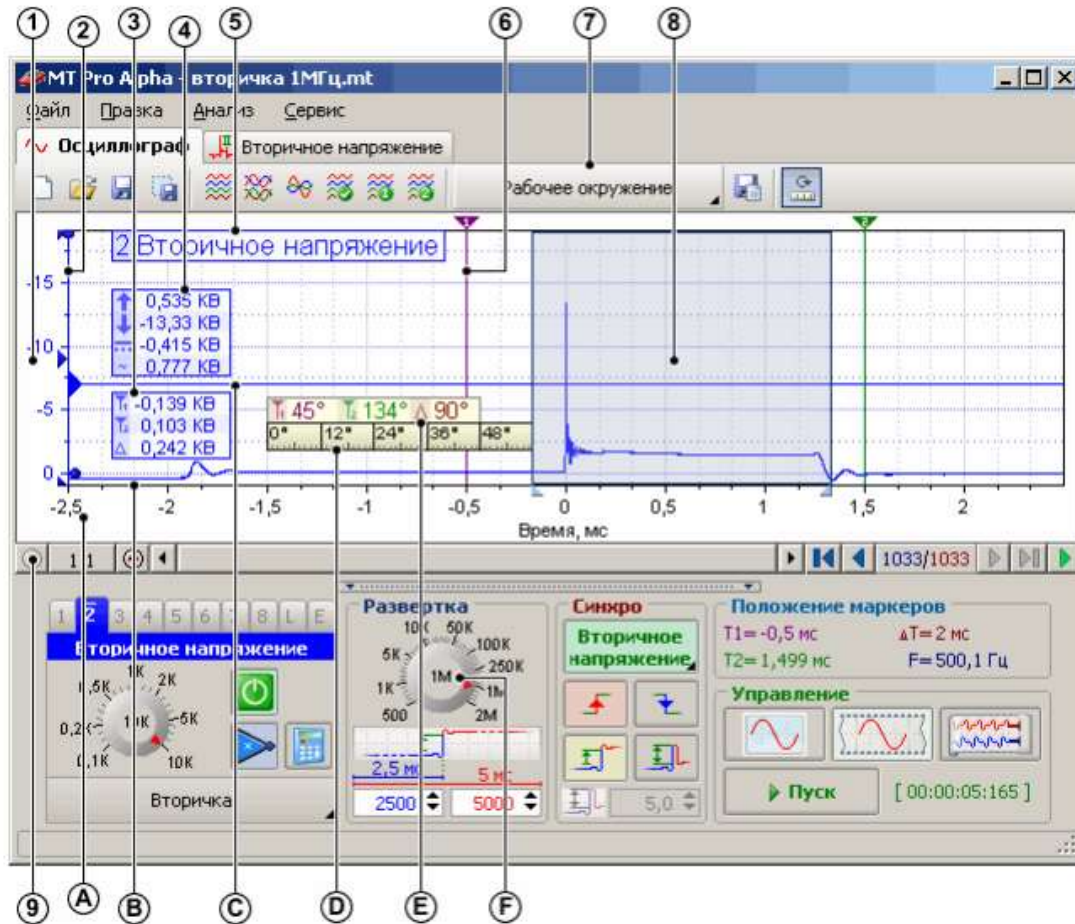


Рис. 3.11 Елементи інтерфейсу ПЗ.

На рисунку позначені наступні елементи інтерфейсу:

1. Область шкали вертикальної осі, яка слугує для відображення міток та кількісної оцінки значень відповідного графіка.
2. Вертикальна вісь та відповідні елементи управління положенням осі на робочому екрані і задання масштабу графіка.
3. Блок інформації про параметри сигналу під маркерами.
4. Блок інформації про загальні параметри сигналу.
5. Блок з порядковим номером і назвою графіка.
6. Вертикальний маркер для детального перегляду параметрів сигналу.

7. Кнопка з випадаючим меню для вибору однієї з заданих налаштувань.
8. Виділена область всередині, якої знаходиться виділений ділянка сигналу.
9. Полоса прокрутки з елементами управління масштабом горизонтальної осі та управління кадрами.

А. Область шкали горизонтальної осі, що слугує для відображення міток горизонтальної осі, а також використовується для прокрутки горизонтальної осі за допомогою миші.

В. Рамка робочого екрана, всередині якої відображаються всі осі та графіки.

С. Горизонтальний маркер задання рівня синхронізації.

Д. Лінійка (плаваюча вісь з розміткою в градусах).

Е. Блок лінійки, що відображає положення маркерів у координатах лінійки.

Ф. Ручка управління (рукоятка) для швидкого вибору одного і попередньо визначених значень.

### *Елементи управління графіками*

Графіки призначені для візуального відображення зареєстрованих або аналізованих сигналів на рис.3.12. Кожен графік невід'ємно пов'язаний з відповідною вертикальною віссю, для ефективного управління якою використовуються такі елементи:

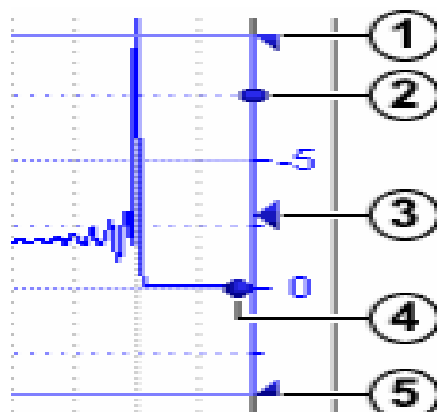


Рис. 3.12 Графік відображення сигналів.

1. Маркер переміщення верхньої межі осі (задавання екранної висоти осі).
2. Повзунок регулювання масштабу осі (програмної чутливості каналу).
3. Маркер переміщення осі вздовж вертикальних меж рамки екрану.
4. Повзунок зміщення / зсуву нуля (нульового значення амплітуди).
5. Маркер переміщення нижньої межі осі (задавання екранної висоти осі).

Один із графіків завжди є активним, і відповідні комбінації клавіш управління графіком стосуються лише активної осі. Графік автоматично стає активним після клацання на одному з маркерів або повзунків, або після клацання в межах області шкали відповідної вертикальної осі.

Використовувані комбінації клавіш для управління графіками / осями зазвичай містять модифікатор **Alt**. Комбінації клавіш для виконання групи дій з графіками, наприклад, вирівнювання всіх осей або групової настройки однотипних параметрів, зазвичай містять також модифікатор **Ctrl**.

### **3.4 Осциллограф як базовий компонент ПЗ для ефективного управління комплексом МТ Pro.**

#### *Інтерфейс вікна осцилографа*

Вікно осцилографа є базовим компонентом програмного забезпечення, що містить усі необхідні функції для ефективного управління комплексом МТ Pro. Первинні дані, що надходять безпосередньо з приладу, спочатку обробляються саме у вікні осцилографа, і лише потім передаються на подальшу обробку в додаткові вікна. Це означає, що для забезпечення коректного аналізу, що проводиться в додаткових вікнах, попередньо необхідно також налаштувати параметри осцилографа.

Крім того, наявність первинних даних у вікні осцилографа за потреби дозволяє провести додаткову перевірку відповідності результатів аналізу. Інтерфейс осцилографа ( рис 3.13. ) розроблений з урахуванням зручності та швидкості роботи, що дозволяє користувачу оперативно налаштовувати графіки, змінювати масштаби та контролювати різні параметри сигналів. Завдяки інтуїтивно зрозумілій навігації,

навіть новачки можуть швидко освоїти основні функції, що значно підвищує ефективність процесу автодіагностики. Вікно осцилографа також містить велику кількість інструментів для аналізу сигналів, таких як маркери, гістограми та функції для збереження результатів, що робить його незамінним у повсякденній роботі спеціалістів.

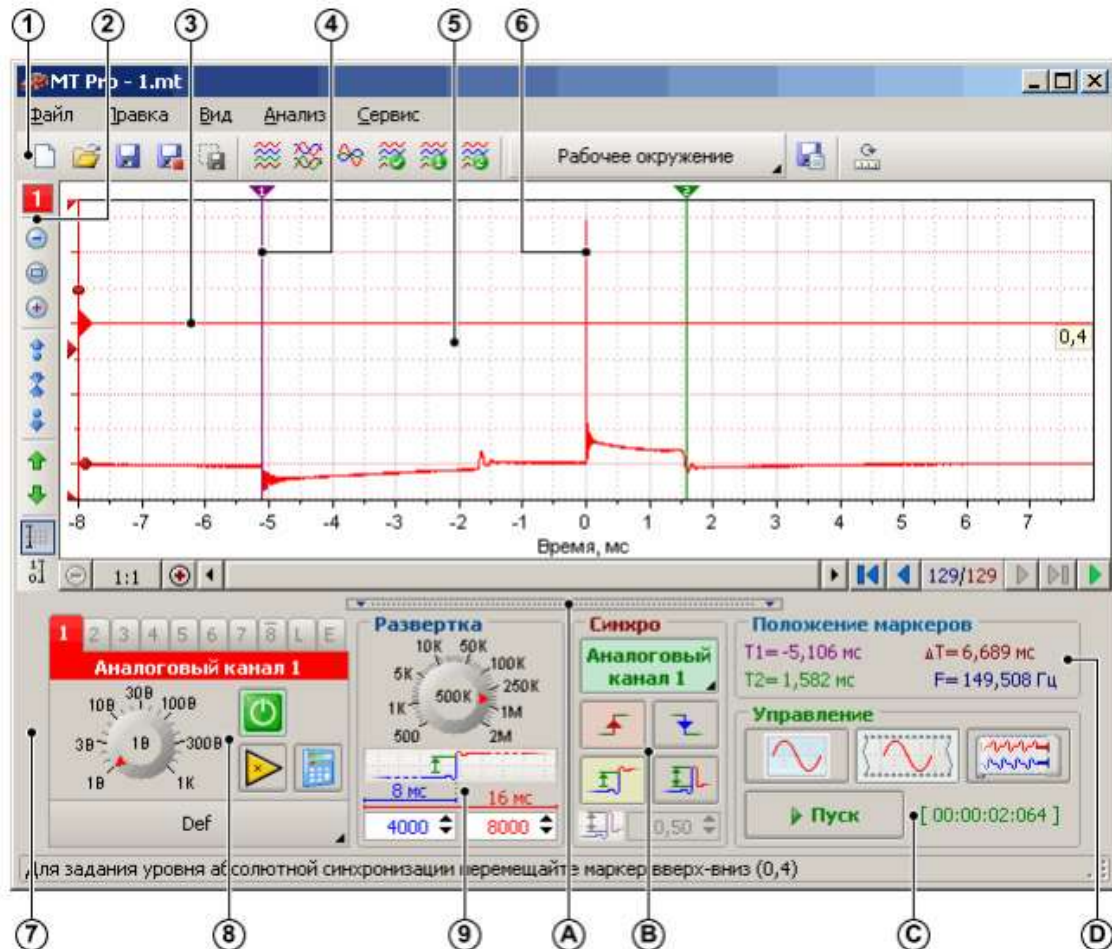


Рис. 3.13 Інтерфейс вікна осцилографа.

1. Панель інструментів з кнопками-піктограмами, які дублюють деякі команди меню.
2. Панель налаштування параметрів каналів, що дублює команди спливаючого меню осі.
3. Горизонтальний маркер, що задає рівень при абсолютній синхронізації.
4. Вертикальні маркери, призначені для детального перегляду параметрів сигналу, вимірювання інтервалів часу та відповідних значень еквівалентної частоти.

5. Робочий екран, на якому відображаються графіки зареєстрованих сигналів усіх активних каналів, а також знаходяться елементи керування графіками.
6. Графік одного з записаних сигналів.
7. Панель керування, на якій розміщені основні елементи керування.
8. Панель керування параметрами каналів і вибору їх налаштувань.
9. Панель налаштування параметрів розгортки, на якій також відображається схемне представлення параметрів вимірювання.
  - A. Елемент приховування / показу панелі керування, що дозволяє збільшити простір, відведений для відображення графіків зареєстрованих сигналів (F8).
  - B. Панель налаштування параметрів синхронізації та вибору каналу джерела синхронізації.
  - C. Панель керування режимами реєстрації та запуску / зупинки процесу реєстрації.
  - D. Панель, що відображає поточну позицію вертикальних маркерів на осі часу, а також значення інтервалу часу між маркерами і відповідне значення еквівалентної частоти.

***Панель керування каналами містить групу з десяти вкладок.***

Перші вісім вкладок з заголовками номерів аналогових каналів містять елементи керування аналоговими каналами, вкладка з заголовком L містить елементи керування логічним каналом, а остання вкладка E містить елементи керування віртуальним каналом еталонів зображено на рис.3.15.



Рис.  
3.15  
Панель  
керув

## ання каналами

1. Вкладка поточного активного каналу.
2. Вкладка неактивного увімкненого каналу.
3. Верхнє підкреслення інформує про інверсію даних каналу.
4. Вкладка вимкненого каналу.
5. Поле для задання назви каналу.
6. Кнопка увімкнення / вимкнення каналу. Увімкнено – зелений фон, вимкнено – червоний фон.
7. Кнопка відкриття вікна математичної обробки даних каналу (на етапі розробки).
8. Кнопка увімкнення / вимкнення візуальної інверсії даних каналу.
9. Ручка вибору вхідного діапазону каналу.
  - A. Кнопка з випадаючим меню вибору налаштування каналу.
  - B. Прапор увімкнення / вимкнення детектора імпульсів на вході логічного каналу (ЛК).
  - C. Поле для задання значення порогу, з яким порівнюється амплітуда вхідного сигналу ЛК.
  - D. Кнопка для виклику діалогу відкриття файлу еталона.

Максимально допустима частота дискретизації автоматично коригується при зміні режиму реєстрації та увімкненні / вимкненні каналів. Недопустимі значення частоти дискретизації пофарбовані в блідо-сірий колір. Також в залежності від вибраного режиму та кількості увімкнених каналів автоматично коригуються максимально допустимі значення довжин вибірки та пре-триггера. Поле для задання довжини пре-триггера видно тільки при увімкненій синхронізації.

На рисунку схемного представлення параметрів вимірювання лінія синього кольору відповідає ділянці сигналу до моменту синхронізації, лінія червоного кольору – після моменту синхронізації. Стрілка зеленого кольору вказує на тип використовуваної синхронізації: однонаправлена – абсолютна синхронізація, двонаправлена – диференційна синхронізація. Синхронізація за логічним каналом

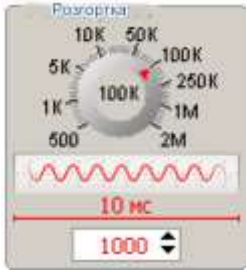

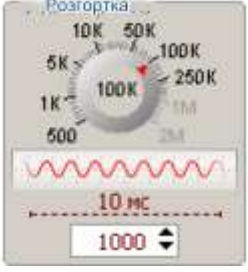

позначається двома прямими горизонтальними лініями з відповідним переходом (фронтом).

Панель розгортки призначена для задання наступних параметрів вибірки:

1. частоти / періоду дискретизації,
2. довжини вибірки,
3. довжини пре-триггера,
4. довжини вікна самописця (кількість відображуваних відліків при масштабі 1:1).

Панель розгортки схеми параметрів вимірювання представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

			
<p>Режим осцилографа, синхронізація вимкнена.</p>	<p>Режим осцилографа, синхронізація увімкнена.</p>	<p>Режим самописця, синхронізація вимкнена.</p>	<p>Режим самописця, синхронізація увімкнена.</p>

Налаштування аналогового каналу – це певне математичне перетворення вимірюваного значення напруги у відповідне значення вимірюваної фізичної величини. Наприклад, датчик тиску перетворює вимірюване значення тиску у відповідне значення напруги, яке, у свою чергу, може бути виміряно осцилографом.

Налаштування аналогового каналу виконує зворотне перетворення, тобто на основі значення вимірної напруги розраховує відповідне значення тиску, що дає можливість відобразити на екрані саме тиск (початкову вимірювану фізичну величину).

Для додавання або видалення елементів списків призначені відповідні дві кнопки внизу списків. При видаленні категорії автоматично видаляються й усі належні їй датчики. Елементи обох списків можна переміщати як за допомогою миші (вибрати та перетягнути), так і за допомогою відповідних кнопок зі стрілками внизу списків. Крім того, за допомогою миші також можливо перетягувати датчики з поточно вибраної категорії в іншу категорію.

Категорії та датчики мають кілька однотипних параметрів:

1. Назва – позначення категорії або датчика, що відповідає заголовку пункту випадаючого меню кнопки вибору налаштування аналогового каналу.
2. Опис – коротка інформація про категорію або датчик, що відображається у вигляді підказки для відповідного пункту випадаючого меню.
3. Піктограма – умовне позначення категорії або датчика у вигляді малюнка (зазвичай 24x24 пікселі), що відображається у відповідному пункті випадаючого меню.
4. Прапорець “Показувати” – дозволяє / забороняє відображення відповідних пунктів меню. Наприклад, зручно тимчасово приховати рідко використовувані датчики, не видаляючи їх.

Зсув значень датчика вздовж осі часу в основному призначений для візуальної компенсації часу реакції датчика. Наприклад, деякі датчики тиску мають запізнення зміни вихідної напруги при зміні вхідного тиску приблизно 2 мс, що при візуальному визначенні кута випередження запалювання може призвести до похибки, рівної кільком десяткам градусів. Для зменшення похибки необхідно задати зсув, рівний -2 мс, тобто графік буде зсунуто вліво на 2 мс, що візуально скомпенсує запізнення, яке вносить датчик.

Програмне забезпечення комплексу МТ Про підтримує два типи перетворення:

1. обмеження меж вхідного діапазону каналу межами вимірюваної фізичної величини,
2. лінійне перетворення вимірюваного значення напруги у відповідне йому значення вимірюваної фізичної величини.

Обмеження зручно використовувати у випадку заздалегідь відомих меж досліджуваного сигналу. Наприклад, вихідна напруга датчика кисню знаходиться в межах 0...1 Вольт, що значно менше максимально допустимих  $\pm 1000$  Вольт, з чого випливає, що можливо створити налаштування аналогового каналу, що обмежує вхідний діапазон до 0...2 Вольт. Використання такої налаштування просто не дозволить вибрати більш грубий вхідний діапазон каналу, наприклад  $\pm 30$  В.

Лінійне перетворення, крім обмеження вхідного діапазону, дозволяє задати співвідношення між вимірюваним значенням напруги та відповідним йому значенням вимірюваної фізичної величини. Підтримуються лише співвідношення, що задовольняють лінійному закону ( $y = k \times x + b$ ), тобто шкала використовуваного датчика повинна бути лінійною. Для задання співвідношення необхідно вказати межі вимірюваної фізичної величини, а на основі технічних даних про використовуваний датчик задати відповідні йому значення вимірюваної напруги.

## РОЗДІЛ 4.

### МЕТОДИ ТА СХЕМИ ДІАГНОСТИКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ.

#### 4.1 Технічні засоби для діагностування електрообладнання.

##### *Універсальний діагностувальний комплекс MT PRO-4.1*

Універсальний вимірювальний прилад призначений для діагностики автомобільних двигунів внутрішнього згорання та інших систем сучасних автомобілів всіх марок і моделей на рис 4.1. Мотор-тестер дозволяє бачити зміни рівнів сигналів в електропроводці та аналізувати процеси, що відбуваються всередині двигуна. Програмне забезпечення містить звичні інструменти: осцилограф та аналізатор спектру, а також спеціалізовані тести для автомобільних сигналів, таких як вторинна напруга, тиск у циліндрі, компресія, тест акумулятора/стартера/генератора, а також тест ефективності роботи циліндрів.



Рис 4.1 Зовнішній вигляд мотор тестера *MT PRO-4.1*

Прилад має ударостійкий металевий корпус із стійким до подряпин порошковим покриттям. Корпус із сталі практично повністю поглинає всі зовнішні електромагнітні завади від високовольтних ланцюгів системи запалювання. На передній панелі осцилографа знаходяться дев'ять роз'ємів BNC з кольоровим маркуванням для підключення до аналогових каналів та каналу синхронізації, а

також клемма заземлення приладу зображено на рис 4.2. На задній панелі мотор-тестера знаходяться роз'єм DJK-02 для підключення джерела живлення, роз'єм RJ45 для підключення приладу до мережевої карти ПК, отвір із різьбою для вкручування гачка. Друкована плата приладу розроблена з урахуванням роботи приладу умовах завод від систем запалювання та силових ланцюгів автомобіля. Монтаж елементів виконано на лінії автоматичного монтажу.

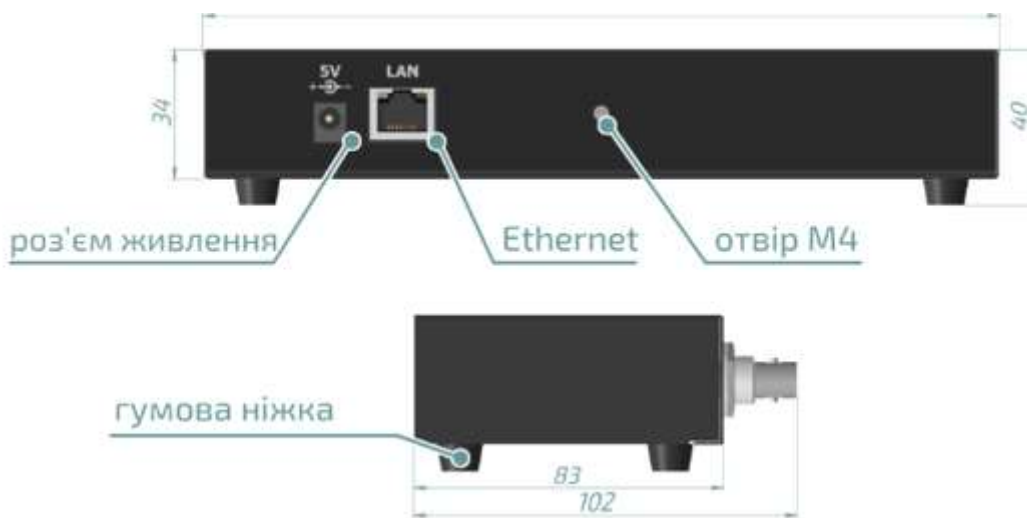


Рис 4.2 Конструкція мотор-тестера MT PRO.

### **Можливості програмного забезпечення.**

#### ***Осциллограф***

Дозволяє одночасно відобразити на екрані сигнали аналогових каналів у будь-якій комбінації, а також 9-го каналу синхронізації в одному з трьох режимів: Осциллограф, Покадровий, Самописець. Для всіх аналогових каналів можна застосувати налаштування відображення сигналів у відповідних фізичних величинах (тиск, сила струму і т.д.) зображено на рис 4.3.

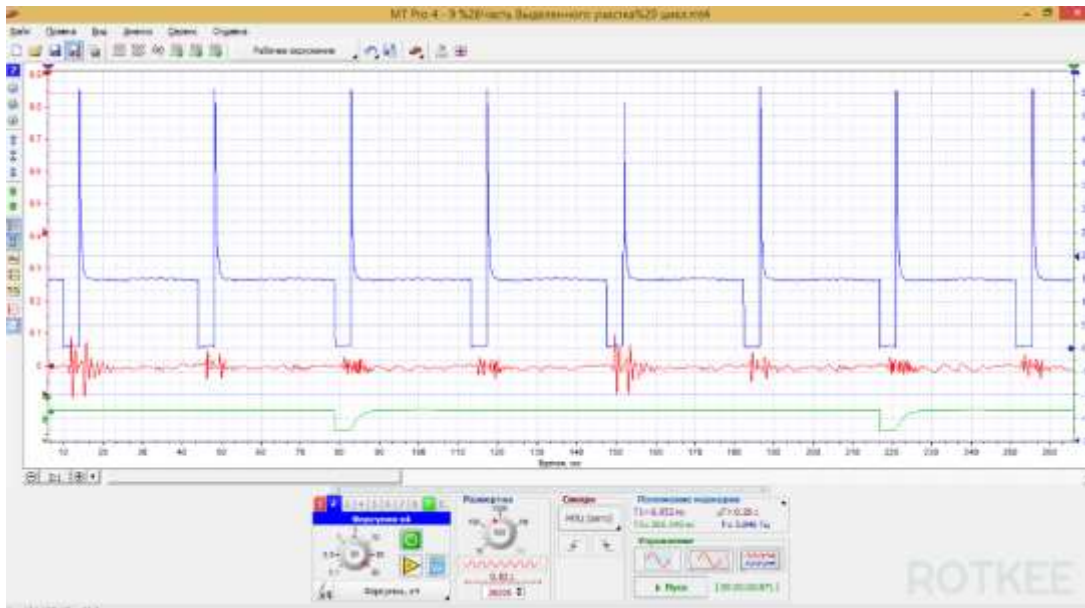


Рис. 4.3 Осциллограф

### ***Вторинна напруга***

Дане вікно дозволяє автоматично аналізувати сигнали первинної та вторинної напруги системи запалювання, отриманих за допомогою ємнісних Сх або індуктивних датчиків Lx на рис 4.4. Для зручності порівняння сигнали можна відобразити у вигляді параду, растру або накладання.

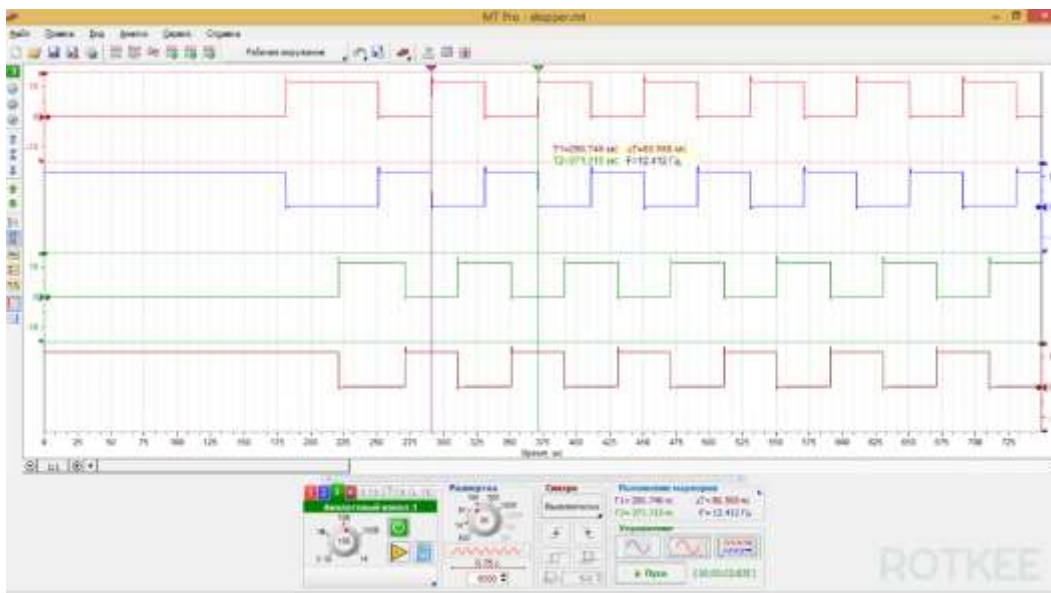


Рис. 4.4 Вторинна напруга.

### ***Ефективність роботи циліндрів***

Комплексний тест, який дозволяє локалізувати несправність при нерівномірній роботі двигуна, а також розрахувати ефективність роботи кожного циліндра на різних режимах роботи двигуна, зафіксувати пропуски запалювання

(особливо хаотичні), а також з'ясувати їхню причину (паливна система, система запалювання, механіка двигуна) зображено на рис 4.5.

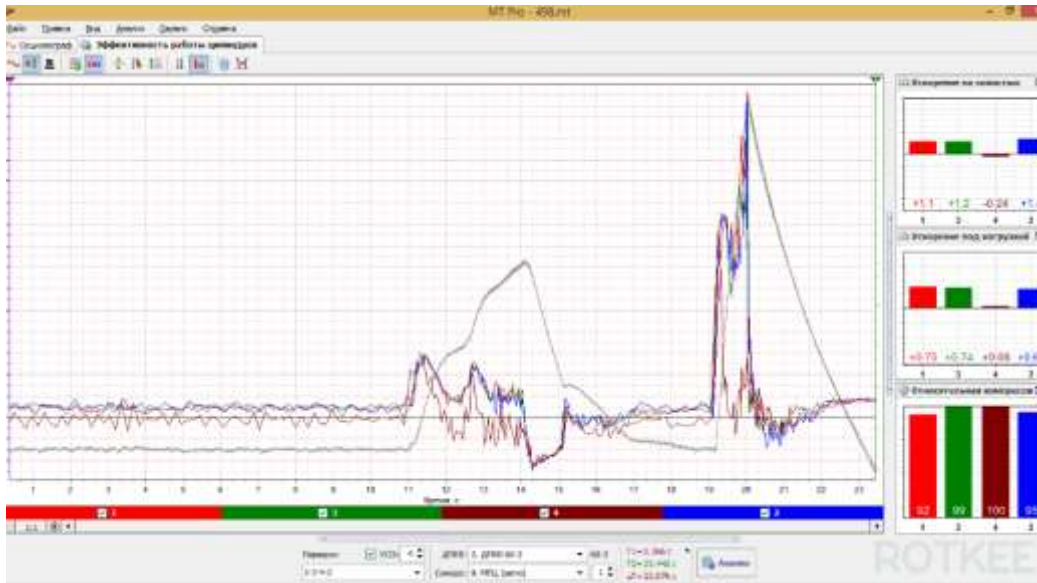


Рис. 4.5 Ефективність роботи циліндрів

### *Тиск у циліндрі*

Це вікно дозволяє автоматично аналізувати тиск у циліндрі бензинового двигуна ( рис 4.6 ). На підставі сигналу тиску розраховуються характеристики роботи циліндро-поршневої групи та газорозподільного механізму: ступінь стиску, наявність втрат в камері згоряння, фази газорозподілу, ефективність наповнення циліндра паливоповітряною сумішшю, ефективність роботи вихлопної системи (наявність забитого каталізатора), а також будується діаграма кута випередження запалювання .

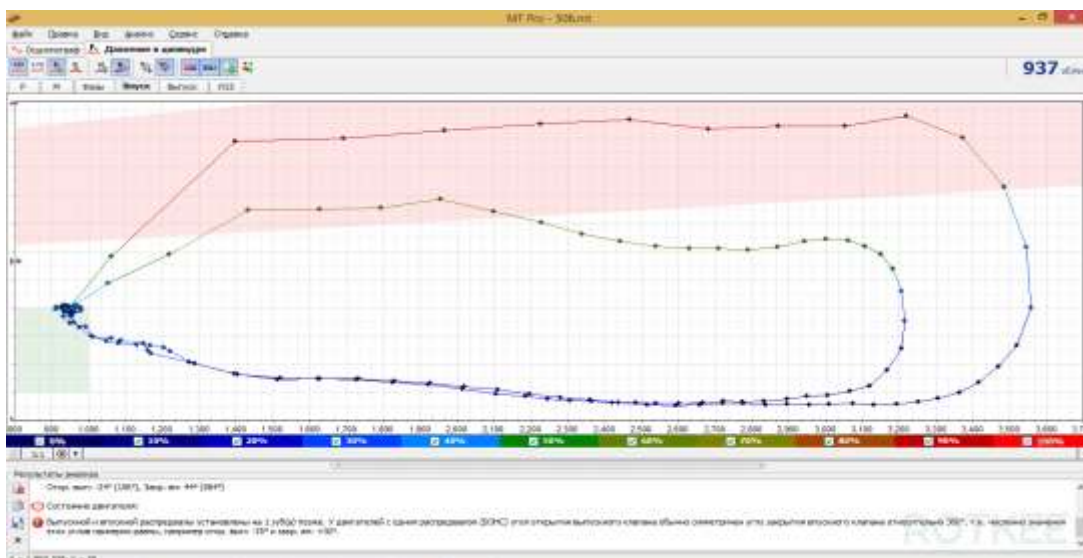


Рис. 4.6 Тиск у циліндрі.

### ***Порівняння циліндрів***

Дозволяє в зручній формі відображати сигнали від усіх циліндрів, що дозволяє візуально знаходити відхилення в роботі одного циліндра від інших. Візуальне порівняння забезпечує універсальність, тому що не прив'язано до конкретного сигналу, а засноване лише на пошуку відмінностей у сигналах циліндрів ( рис.4.7). Для аналізу придатні сигнали пульсацій тиску у впускному колекторі, вихлопній трубі та паливній системі, пульсації тиску картерних газів, сигнали форсунок, а також будь-який інший періодичний сигнал.

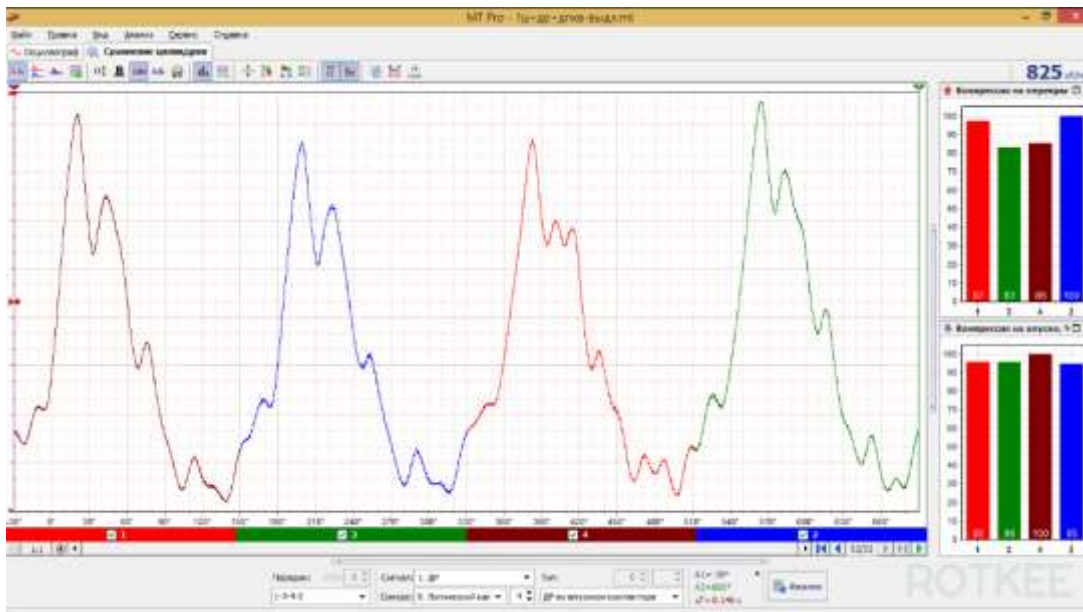


Рис. 4.7 Порівняння циліндрів.

### ***Тест електрообладнання El.Power***

Комплексний тест, що дозволяє оцінити стан акумуляторної батареї, стартера (втягуючого реле та його силових кіл), генератора (регулятора напруги, випрямного вузла, їх силових кіл), свічок розжарювання (для автомобілів із дизельним ДВЗ) можливо побачити на рис 4.8.

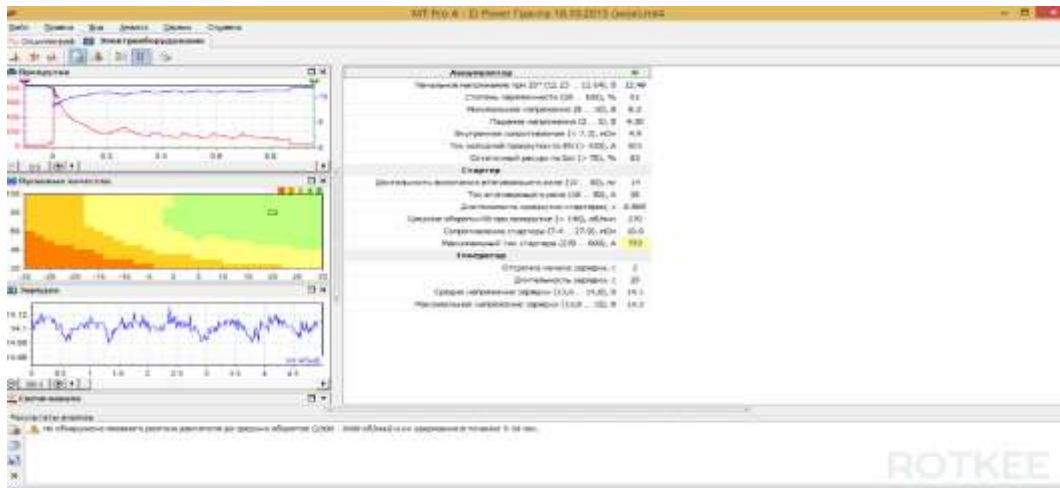


Рис.4 .8 Тест электрообладнання EI.Power.

### *Аналізатор спектру*

Спектральний аналіз довільного сигналу ( рис 4.9 ), обробка сигналу цифровим фільтром, що довільно налаштовується. Отримання спектрограм - відображення спектра сигналу в часі або від кута повороту колінвалу, що дозволяє зручно порівнювати шуми різних механізмів ДВЗ.



Рис. 4.9 Аналіз спектру.

#### 4.2 Діагностика тестером MT-PRO на прикладі датчика тиску фірми Honeywell MLH250PSB01A.

На основі технічних даних про датчик визначаємо:

Мінімальна вихідна напруга: 0,5 В

Максимальна вихідна напруга: 4,5 В

Чутливість датчика: 0,235 В / Атм (лінійна залежність)



Рис. 4.10 Датчик тиску Honeywell MLH250PSB01A.

З цього випливає, що вихідна напруга датчика визначається за таким співвідношенням:

$$U = 0,235 \times P + 0,5 \text{ [В]}$$

а відповідне йому зворотне перетворення виглядає наступним чином:

$$P = (U - 0,5) / 0,235 \text{ [Атм]}$$

Для спрощення також можливо представити наведені вище співвідношення у вигляді графіка на рис 4.11:

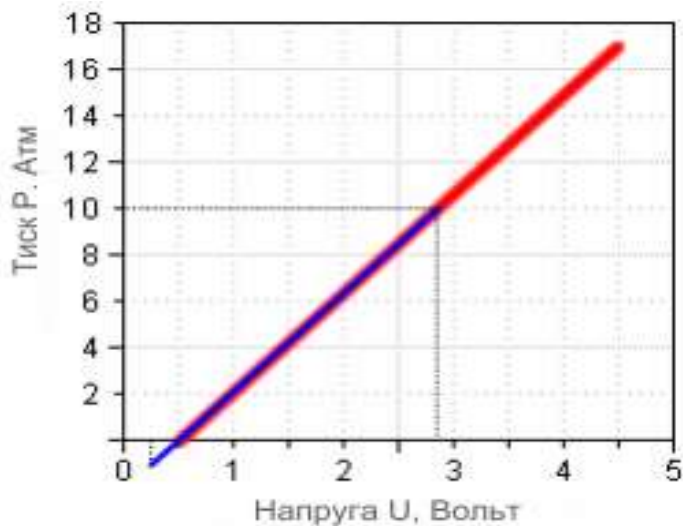


Рис. 4.11 Графік співвідношення тиску і напруги.

Оскільки при обертах близько 1000 об/хв використовується лише частина шкали датчика тиску, то, на основі рекомендацій щодо завдання меж ряду ручки управління, обмежимо шкалу зверху на рівні 10 Атм. А з урахуванням невеликого розрідження в циліндрі продовжимо шкалу знизу до -1 Атм.

Після цього, на основі наведених вище залежностей або графіка, розрахуємо значення напруги на виході датчика тиску, що відповідають вибраним межам тиску (вимірюваної фізичної величини).

Тиску -1 Атм буде відповідати вихідна напруга 0,265 В.

Тиску 10 Атм буде відповідати вихідна напруга 2,855 В.

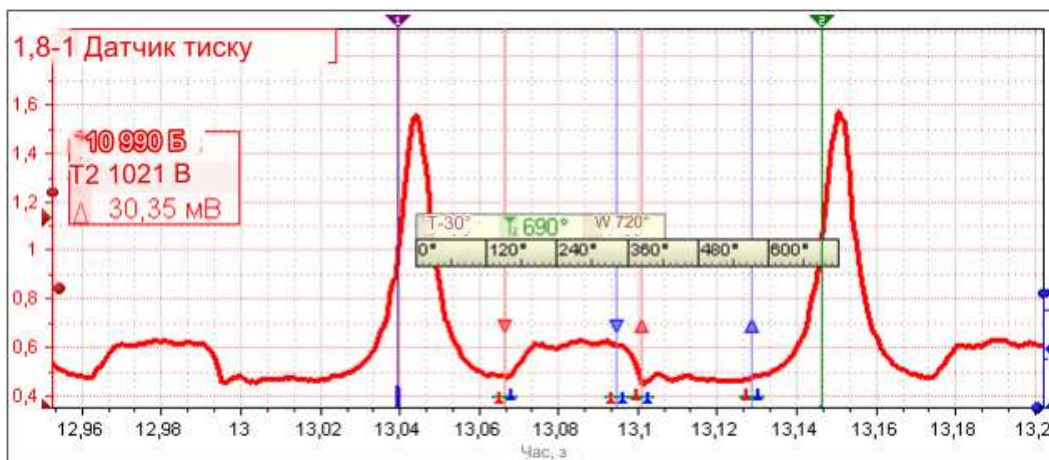


Рис. 4.12 Сигнал з датчика тиску без використання налаштування аналогового каналу.

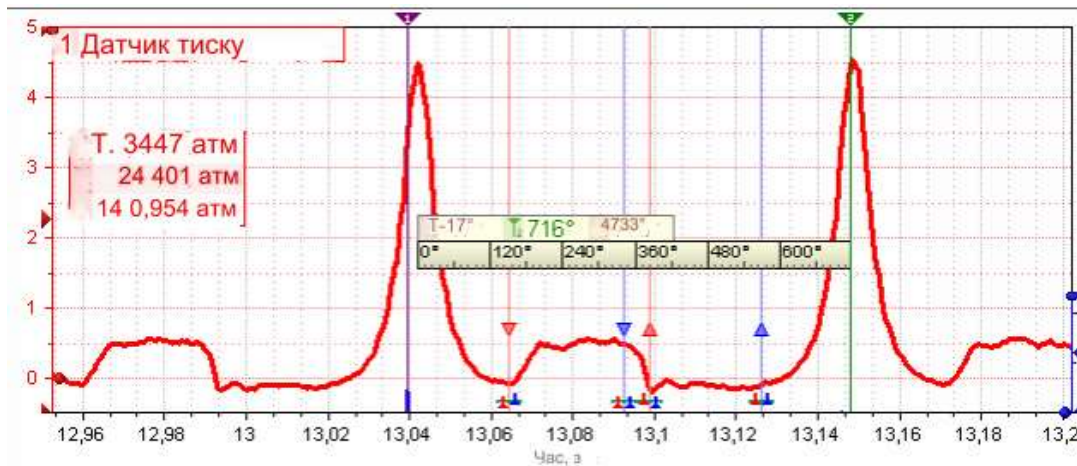


Рис. 4.13 Той самий сигнал з використанням настройки (всі значення в Атм, кут випередження запалення  $17^\circ$ )

#### 4.4 Вимірювання системи кондиціонування за допомогою MT-PRO

##### *Підключення до системи*

Підключаємо MT-PRO 4.1 до головних компонентів системи кондиціонування: компресора, вентилятора конденсатора та електродвигуна випарника. З'єднуємо щупи з фазами живлення кожного компонента для вимірювання основних електричних характеристик.

##### *Встановлення параметрів вимірювань*

Вибираємо потрібний режим на пристрої, наприклад, режим перевірки опору обмоток, струму та напруги для оцінки роботи електродвигуна в компресорі. Вихідні данні показані в табл. 4.1

Таблиця 4.1

Вихідні дані	Компресор	Вентилятор конденсатора	Вентилятор випарника
$I_k$	15 А	2.5 А	3 А
$U_k$	230 В	230 В	230 В
$\cos\phi$	0.9	0.8	0.85

##### *1. Розрахунок активної потужності (P)*

Активна потужність для кожного компонента обчислюється за формулою:

де: 
$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

- P — активна потужність (Вт),
- U — напруга (В),
- I — струм (А),
- Cosφ — коефіцієнт потужності.

*Компресор:*

$$P_{\text{компр}} = 230 \times 15 \times 0.9 = 3105 \text{ Вт}$$

*Вентилятор конденсатора:*

$$P_{\text{конденс}} = 230 \times 2.5 \times 0.8 = 460 \text{ Вт}$$

*Вентилятор*

*випарника:*

$$P_{\text{випар}} = 230 \times 3.0 \times 0.85 = 586.5 \text{ Вт}$$

Повна потужність для кожного компонента обчислюється за формулою:

*Компресор:*

$$S = U \times I$$

$$S_{\text{компр}} = 230 \times 15 = 3450 \text{ ВА}$$

$$S_{\text{конденс}} = 230 \times 2.5 = 575 \text{ ВА}$$

*Вентилятор конденсатора:*

*Вентилятор випарника:*

Реактивна потужність обчислюється за формулою:

$$S_{\text{випар}} = 230 \times 3.0 = 690 \text{ ВА}$$

$$Q = S \times \sin \varphi$$

$$\sin \varphi_{\text{компр}} = \sqrt{1 - 0.9^2} = 0.4359$$

$$Q_{\text{компр}} = 3450 \times 0.4359 \approx 1504.3 \text{ ВАр}$$

*Компресор:*

*Вентилятор конденсатора:*

*Вентилятор випарника:*

*Сумарна потіжність:*

$$\sin \varphi_{\text{конденс}} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

$$\sin \varphi_{\text{випар}} = \sqrt{1 - 0.85^2} = 0.5268$$

$$Q_{\text{випар}} = 690 \times 0.5268 \approx 363.5 \text{ ВАр}$$

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{компр}} + P_{\text{конденс}} + P_{\text{випар}} = 3105 + 460 + 586.5 = 4151.5 \text{ Вт}$$

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{компр}} + S_{\text{конденс}} + S_{\text{випар}} = 3450 + 575 + 690 = 4715 \text{ ВА}$$

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{компр}} + Q_{\text{конденс}} + Q_{\text{випар}} = 1504.3 + 345 + 363.5 \approx 2212.8 \text{ ВАр}$$

*Загальний коефіцієнт потужності системи:*

$$\cos \varphi_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{заг}}}{S_{\text{заг}}} = \frac{4151.5}{4715} \approx 0.88$$

Загальний коефіцієнт потужності для системи кондиціонування дорівнює 0.88, що є хорошим показником ефективності. Також ми отримали активну та реактивну потужність кожного компонента, що допомагає оцінити стан кожної частини системи та виявити можливі перевантаження або відхилення від норми, які можуть потребувати технічного обслуговування.

## РОЗДІЛ 5.

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

#### 5.1 Обґрунтування розділу і коротка характеристика роботи по охороні праці.

##### *Загальні вимоги безпеки*

Ця інструкція призначена для спеціалістів (механізаторів, наладчиків, майстрів-діагностів), що займаються технічним обслуговуванням і діагностикою електрообладнання автомобільної техніки.

До виконання діагностики та технічного обслуговування автомобілів і обладнання допускаються особи, які досягли 18 років, не мають медичних протипоказань, пройшли виробниче навчання і відповідні інструктажі — вступний і на робочому місці.

Медичні огляди, виробниче навчання та перевірка знань з охорони праці повинні проходити не рідше одного разу на рік.

Під час роботи з діагностики та технічного обслуговування автомобілів персонал повинен знати:

- вплив небезпечних та шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи;
- інструкції з профілактики негативного впливу факторів середовища при роботі з магнітними, вихрострумовими та ультразвуковими дефектоскопами;
- вимоги виробничої санітарії та електробезпеки;
- місцезнаходження аптечок першої медичної допомоги;
- правила внутрішнього трудового розпорядку на підприємстві;
- вимоги даної інструкції;
- правила користування засобами індивідуального захисту;
- як надавати долікарську допомогу, користуватися засобами пожежогасіння та викликати пожежну охорону у разі потреби.

Під час роботи з діагностики та технічного обслуговування автомобілів персонал повинен керуватися:

- чинною інструкцією;
- правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Під час роботи на персонал можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- напруга в електричних колах, можливість ураження електричним струмом;
- несприятливий вплив магнітного та ультразвукового випромінювань;
- рухомі транспортні засоби, механізми, рухомий склад;
- недостатнє освітлення в темний час доби.

При виконанні робіт персонал повинен використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема:

- костюм із бавовни, шкіряні черевики, комбіновані рукавиці, діелектричні рукавички, калоші, прогумовані фартух та нарукавники. Взимку додатково: теплозахисний костюм.

З метою запобігання пожежам забороняється:

- використовувати електронагрівальні прилади, що не призначені для цього;

## **5.2 Пожежна безпека.**

Охорона праці та пожежна безпека під час діагностування автомобільної техніки є одними з найважливіших аспектів забезпечення безпечних умов роботи. Вони спрямовані на захист життя та здоров'я працівників, а також на попередження аварій та пожеж. Діагностування автомобілів включає використання різних інструментів, електронних приладів та обладнання, що може бути небезпечним для оператора при недотриманні основних правил безпеки.

Перед початком робіт з діагностування необхідно переконатися в належному стані обладнання та інструментів. Це включає візуальний огляд приладів на предмет механічних пошкоджень або несправностей, а також тестування їх функціональності. Особливу увагу слід приділити стану електричних кабелів, розеток та ізоляції, оскільки пошкоджена проводка може призвести до короткого замикання та електричних травм.

Також важливо забезпечити достатнє освітлення робочої зони, оскільки погане освітлення підвищує ризик помилок та травм. Під час діагностування автомобільної техніки слід дотримуватися вимог до вентиляції, особливо якщо робота проводиться у замкнутому приміщенні. Вихлопні гази автомобілів містять шкідливі для здоров'я речовини, такі як оксид вуглецю, що може спричинити отруєння.

Робота з легкозаймистими речовинами, такими як паливо, масла та розчинники, вимагає особливої уваги до пожежної безпеки. Під час діагностики слід уникати утворення іскр, оскільки це може спричинити займання горючих речовин.

У разі роботи з акумуляторами слід бути обережним з електролітом, який є агресивною хімічною речовиною, а також уникати короткого замикання клем.

Працівникам важливо дотримуватися інструкцій та правил охорони праці, а також використовувати спеціальні засоби індивідуального захисту, такі як рукавиці, окуляри та захисний одяг. Це допомагає мінімізувати ризик отримання травм та контакту зі шкідливими речовинами.

Нарешті, для забезпечення пожежної безпеки в приміщенні повинні бути встановлені відповідні засоби гасіння пожеж, такі як вогнегасники. Система пожежної сигналізації також є необхідною для швидкого реагування у випадку надзвичайної ситуації. Працівники повинні бути навчені користуватися вогнегасниками та знати план евакуації, щоб діяти швидко та організовано у разі пожежі.

### ***Засоби індивідуального захисту в пожежній безпеці***

Засоби індивідуального захисту при пожежній безпеці є обов'язковими для кожного працівника, що працює в умовах підвищеного ризику виникнення пожежі. Вони спрямовані на захист здоров'я та життя людей у випадках, коли існує небезпека високих температур, диму, токсичних випарів та інших шкідливих факторів, пов'язаних із пожежами.

Основні засоби включають спеціальні костюми, що мають стійкість до високих температур і полум'я, що захищає шкіру від опіків. До них відносяться термостійкі куртки, штани, рукавички та взуття з матеріалів, які забезпечують максимальний захист у надзвичайних ситуаціях.

Респіратори та маски з фільтрами є необхідними для захисту органів дихання від диму та токсичних газів, які утворюються під час горіння різних матеріалів. Деякі моделі забезпечені балонами з киснем, що дозволяє працювати в задимлених приміщеннях без загрози отруєння.

Шоломи з високою термостійкістю та захисними візорами захищають голову і обличчя від механічних ушкоджень, падіння предметів, а також від високої температури та прямих контактів з полум'ям.

Використання індивідуальних засобів захисту має велике значення для забезпечення безпеки при проведенні пожежно-рятувальних робіт та інших робіт, пов'язаних з ризиком виникнення пожеж.

### ***Засоби пожежогасіння.***

Засоби пожежогасіння — це різноманітне обладнання та речовини, які використовуються для гасіння пожежі та запобігання її поширенню. Вони діють шляхом зменшення тепла, видалення кисню або обмеження пального матеріалу в зоні горіння.

Вогнегасники — одні з найпоширеніших засобів пожежогасіння, які доступні для використання при невеликих загоряннях. Вони можуть містити різні речовини: воду, піну, порошок або вуглекислий газ, залежно від типу пожежі. Кожен тип вогнегасника призначений для певного класу вогню — від горючих матеріалів до електричного обладнання.

Пожежні гідранти — ще один важливий засіб, який підключається до системи водопостачання та забезпечує постійний потік води для пожежників. Гідранти розміщуються на вулицях або у приміщеннях з високим ризиком загоряння. Вода з гідранта подається через шланги, які можуть охоплювати великі площі.

Системи автоматичного пожежогасіння, такі як спринклерні або газові установки, призначені для миттєвого реагування на спалах пожежі. Спринклери активуються при підвищенні температури і розпилюють воду, стримуючи поширення вогню. Газові системи використовують негорючі гази, які витісняють кисень або переривають хімічну реакцію горіння, що особливо ефективно для захисту чутливого обладнання.

Також важливими є пожежні ковдри, які можна накинути на невелике полум'я, щоб перекрити доступ кисню і швидко погасити його. Їх часто застосовують у побуті чи на кухнях, де може виникати загоряння невеликих предметів.

Ці засоби пожежогасіння допомагають ефективно боротися з вогнем та мінімізувати збитки, зберігаючи безпеку людей і майна.

### 5.3 Зберігання та поводження з інструментами та обладнанням.

Перш за все, інструменти повинні зберігатися в спеціально відведених місцях, таких як шафи, ящики або стелажі, щоб уникнути їх випадкового падіння, пошкодження або втрати. Використання несправного або пошкодженого обладнання підвищує ризик нещасних випадків, тому слід проводити регулярний огляд стану інструментів та заміну зношених деталей. У випадку виявлення пошкоджень, інструменти повинні бути вилучені з обігу до повного ремонту.

Додатково, важливо організувати робоче місце так, щоб інструменти були легкодоступними, а під час роботи не створювали загрозу для оператора чи інших співробітників. У таблиці нижче наведено основні правила зберігання та поводження з інструментами та обладнанням.

Таблиця 5.1

	<b>Опис</b>
<b>Регулярний огляд</b>	Проводьте регулярний огляд інструментів на наявність дефектів або зношених деталей.
<b>Спеціальні місця для зберігання</b>	Зберігайте інструменти у відведених для цього місцях, таких як шафи або стелажі.
<b>Ремонт і заміна</b>	Несправні інструменти мають бути відремонтовані або замінені перед використанням.
<b>Організація робочого місця</b>	Забезпечте легкий доступ до інструментів та організуйте їх так, щоб уникнути небезпеки травмування.

## ВИСНОВКИ

У даній роботі було проведено всебічний аналіз сучасних систем діагностування автомобільної техніки, їх класифікацію та розглянуто перспективи розвитку в цьому напрямку. У першому розділі розкрито основні поняття діагностування та наведено огляд існуючих підходів і систем. Було виявлено основні тенденції розвитку, що включають автоматизацію процесів та використання спеціалізованих мотор-тестерів, зокрема МТ-PRO.

Другий розділ присвячено методам та засобам для діагностування, включаючи параметри, нормативи та технічні засоби, які забезпечують точність і надійність діагностики. Спеціальна увага приділялася принципам роботи діагностичних систем та їхньому впливу на ефективність технічного обслуговування.

У третьому розділі детально розглянуто застосування мотор-тестера МТ-PRO, його інтерфейс, можливості та практичні аспекти використання, що дозволяє здійснювати швидке та точне виявлення несправностей в автомобільній техніці. Зокрема, осцилограф як базовий компонент цього тестера значно спрощує контроль та аналіз показників.

У четвертому розділі зосереджено увагу на діагностиці електрообладнання автомобільної техніки. Описано технічні засоби та методи, які застосовуються для діагностики окремих компонентів, таких як датчики та трансформатори, що підтверджує актуальність застосування МТ-PRO в цьому напрямку.

У п'ятому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки, а також визначено правила поведінки з обладнанням та заходи пожежної безпеки, що забезпечує безпечне використання технічних засобів діагностики.

Таким чином, проведене дослідження продемонструвало значний потенціал вдосконалення систем діагностування автомобільної техніки, зокрема за допомогою спеціалізованого обладнання МТ-PRO, що сприяє підвищенню якості діагностики, безпеки обслуговування та ефективності технічного обслуговування автомобільних систем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), 2017 р.
2. Український автоцентр. [auto-profi.com.ua](http://auto-profi.com.ua)
3. Самопідготовка до ПДР. [Green-way.com.ua](http://Green-way.com.ua)
4. База знань «ІНЖИНИРИНГ».

<https://abespb.ru/press/articles/ustroystvo-startera/>

5. Основні поняття і їх визначення та основні нормативні документи в галузі технічної діагностики.

[https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload)

6. Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка. Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Клімов О.М.

7. ДНАОП 0.00-1.28-97. Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

8. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП «Фірма Гранмна», 2001. – 117 с.

9. МТ Pro Диагностический комплекс. Руководство по эксплуатации [www.mlab.org.ua](http://www.mlab.org.ua)

10. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. (Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 №4. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.02.1998 за №93/2533).- К.: Основа, 1998. -380 с.

11. Лут М.Т. Безпека праці в електроустановках: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Т.Лут, І.П.Радько, В.Г.Тракай, А.І.Чміль.– К.: Вид– во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

12. Detection and classification of rail track flaws using inertial and magnetometric sensors / Alexander M. Boronakhin ; Daniil Yu. Larionov ; Liudmila N. Podgornaya ; Anna N. Tkachenko ; Roman V. Shalymov // 2018 IEEE.