

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ І БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: “**Удосконалення методики перевірки автомобільних
сенсорів**”

Виконав: студент ІV курсу групи Ат-42сп
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Роман ГРИЦАН
(ім'я та прізвище)

Керівник: Степан ХІМКА
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.113.066.

РЕФЕРАТ

Грицак Роман Володимирович. Удосконалення методики перевірки автомобільних сенсорів: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнологій ім. С.З Гжицького, 2025. 66 с.

Табл. 7; рис. 23; бібліогр. джерел 20.

Розглянуто класифікацію та функції основних типів сенсорів, які використовуються в сучасних автомобілях. Проаналізовано принципи їх дії та роль у забезпеченні коректної роботи двигуна та інших систем автомобіля. Визначено найбільш критичні сенсори, без яких запуск двигуна та стабільна робота автомобіля неможливі.

Проведено детальний огляд існуючих методик діагностики сенсорів, виявлено основні обмеження та недоліки, зокрема недостатню точність, відсутність динамічного аналізу та складність виявлення прихованих несправностей. Визначено необхідність удосконалення методів діагностики, що дозволить покращити своєчасне виявлення несправностей та підвищити надійність автомобіля. Проаналізовано наслідки несправностей сенсорів для роботи автомобіля, що підкреслює важливість якісної діагностики.

Запропоновано комплексну методику діагностики, яка включає первинну перевірку через OBD-II, ручний контроль параметрів сенсорів, динамічний аналіз в реальному часі та комп'ютерну обробку з використанням сучасного програмного забезпечення.

Ключові слова: сенсор, діагностика, автосканер.

ЗМІСТ

ВСТУП.....		7
1	ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ СЕНСОРІВ	9
	1.1 Класифікація та застосування основних типів автомобільних сенсорів.....	9
	1.2 Теоретичні основи функціонування основних типів сенсорів які використовуються в автомобілях	14
	1.3 Обґрунтування доцільності роботи.....	16
2	АНАЛІЗ СЕНСОРІВ І ЇХНІХ ПРОБЛЕМ ТА ОБґРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЕРЕВІРКИ.....	19
	2.1 Аналіз автомобільних сенсорів повітря.....	19
	2.2 Сенсори положення	23
	2.3 Сенсори валів ДВЗ.....	24
	2.4 Сенсори температури.....	30
	2.5 Сенсори оливи.....	32
	2.6 Сенсори швидкості і прискорення.....	41
	2.7 Типові несправності сенсорів і їх вплив на функціонування автомобіля.....	43
3	НЕДОЛІКИ МЕТОДІВ ПЕРЕВІРКИ СЕНСОРІВ, УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ СЕНСОРІВ.....	49
	3.1 Виявлення недоліків у сучасних методах перевірки сенсорів ...	49
	3.2 Обґрунтування необхідності вдосконалення методики діагностики	51
	3.3 Опис запропонованої методики та її інструментального забезпечення	54

4	ОХОРОНА ПРАЦІ	59
	4.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливих факторів при виконанні робіт.....	59
	4.2 Організаційні заходи безпеки	59
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	62
	ВИСНОВКИ	64
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	65

ВСТУП

Сучасний автомобіль — це складна технічна система, яка об'єднує в собі механічні, електричні, електронні та інформаційні компоненти. Важливою частиною цієї системи є автомобільні сенсори (датчики), які забезпечують постійний збір інформації про стан окремих систем, агрегатів і зовнішніх умов для подальшої її обробки електронними блоками керування. Від коректної роботи сенсорів залежать точність регулювання процесів упорскування палива, запалювання, керування трансмісією, стабілізації курсової стійкості, безпеки руху, клімат-контролю тощо.

Зі зростанням кількості та складності сенсорів у конструкції автомобілів зростають і вимоги до їх технічного обслуговування та діагностики. Несправності в роботі навіть одного датчика можуть спричинити неправильну роботу цілої системи або некоректну реакцію керуючого модуля. Часто такі відхилення не мають очевидних механічних ознак і потребують детального аналізу електронних сигналів, що значно ускладнює процес виявлення несправностей.

На сьогодні в автосервісній практиці широко застосовуються як ручні методи перевірки сенсорів (вимірювання напруг, опору, перевірка за допомогою мультиметра), так і автоматизовані системи діагностики (OBD-II сканери, дилерське обладнання, осцилографи тощо). Проте, навіть за наявності сучасного устаткування, діагностика не завжди дозволяє швидко та достовірно виявити проблему. Це пов'язано з обмеженістю можливостей окремих пристроїв, складністю інтерпретації сигналів, а також з людським фактором — недостатньою кваліфікацією персоналу.

Актуальність теми дипломної роботи полягає у необхідності вдосконалення методик перевірки автомобільних сенсорів шляхом оптимізації алгоритму діагностики, уточнення критеріїв оцінки справності та розробки рекомендацій щодо використання інструментальних засобів. Удосконалення цих методик сприятиме підвищенню ефективності технічного обслуговування

та ремонту сучасного автотранспорту, зниженню витрат часу на виявлення несправностей і покращенню якості наданих послуг.

Метою даної дипломної роботи є розробка та експериментальне обґрунтування вдосконаленої методики перевірки автомобільних сенсорів, яка забезпечить підвищення точності та швидкості діагностики в умовах СТО.

Об'єктом дослідження є процес технічної діагностики автомобільних сенсорів у процесі технічного обслуговування автомобілів.

Предметом дослідження є методи та засоби перевірки сенсорів, а також алгоритми аналізу діагностичних даних.

У процесі дослідження ставились такі основні завдання:

- проаналізувати класифікацію, принципи роботи та типові несправності автомобільних сенсорів;
- дослідити існуючі методики їх перевірки;
- виявити недоліки у сучасній практиці діагностики;
- запропонувати новий або вдосконалений підхід до перевірки сенсорів;
- провести експериментальну перевірку ефективності запропонованої методики;
- оцінити можливості впровадження розробленої методики в умовах СТО.

Методологічну базу дослідження становлять технічний аналіз, порівняльні дослідження, експериментальні вимірювання, математична обробка результатів, а також аналіз технічної документації й нормативної бази.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ СЕНСОРІВ

1.1. Класифікація та застосування основних типів автомобільних сенсорів

Автомобільні сенсори (датчики) є ключовими елементами в системах керування сучасних транспортних засобів. Вони забезпечують зчитування фізичних параметрів, перетворення їх у електричні сигнали та передачу цієї інформації до електронних блоків управління (ЕБУ). Ці сигнали використовуються для прийняття рішень щодо функціонування систем двигуна, трансмісії, гальмівної системи, безпеки, комфорту та ін.

Класифікацію автомобільних сенсорів можна здійснювати за різними ознаками:

1. За видом фізичних величин, що вимірюються:

- температурні (датчики температури охолоджуючої рідини, повітря, масла);
- тискові (датчик абсолютного тиску, тиску наддуву, тиску пального);
- швидкісні (датчики обертів коліс, обертів двигуна, положення колінчастого або розподільчого валів);
- положення та переміщення (датчик положення дросельної заслінки, педалі акселератора, положення сидіння);
- рівневі (датчик рівня пального, рівня масла);
- кисневі (лямбда-зонд);
- ударні (датчики прискорення, удару в подушках безпеки);
- оптичні, магнітні, ультразвукові (використовуються в системах паркування, адаптивного круїз-контролю).

2. За принципом дії:

- резистивні (зміна опору в залежності від температури, тиску тощо);

- індуктивні (використовують принцип електромагнітної індукції, зокрема датчики обертів);
- ємнісні (реєструють зміну електричної ємності між пластинами при зміні середовища);
- термоелектричні (використовують ефект Зеебека, як, наприклад, у кисневих сенсорах);
- п'єзоелектричні (реєструють механічні деформації, ударні навантаження);
- напівпровідникові (містять інтегральні схеми для вимірювання складних параметрів, таких як прискорення, температура, тиск).

3. За типом вихідного сигналу:

- аналогові (плавна зміна напруги або струму);
- цифрові (формування логічних сигналів або імпульсів);
- частотні (зміна частоти коливань, наприклад, у деяких сенсорах положення валів);
- шини даних (сучасні датчики можуть передавати інформацію по CAN, LIN або FlexRay).

4. За місцем встановлення та функціональним системам автомобіля:

- двигун (датчики температури охолоджувальної рідини, положення колінвалу, MAP-сенсор);
- трансмісія (датчики швидкості обертання валів, положення селектора передач);
- гальмівна система (датчики ABS, тиску гальмівної рідини);
- кузовні системи (датчики освітленості, дощу, паркування);
- безпека (датчики удару, прискорення, контроль тиску в шинах).

Основна функція більшості сенсорів — перетворення фізичного параметра в електричний сигнал, що може бути оброблений електронними системами. Наприклад, датчик положення дросельної заслінки (TPS) формує напругу пропорційну куту відкриття заслінки, яку ЕБУ використовує для

розрахунку кількості пального. Датчик кисню (лямбда-зонд), аналізуючи вміст кисню у вихлопних газах, дозволяє коригувати склад паливної суміші.

У сучасних автомобілях найчастіше використовуються такі типи сенсорів, які є критично важливими для роботи основних систем керування двигуном, трансмісією, безпекою та комфортом:

1. Датчики температури використовуються для контролю температури охолоджувальної рідини, масла, впускного повітря, температури зовнішнього середовища. Їх сигнал дозволяє коригувати подачу пального, керувати вентилятором охолодження, роботою кондиціонера та ін.

2. Кисневі датчики (лямбда-зонди) необхідні для аналізу складу вихлопних газів і точного регулювання паливно-повітряної суміші. Зазвичай встановлюються перед і після каталізатора, що дозволяє також оцінювати ефективність очищення викидів.

3. Датчики положення колінчастого та розподільчого валів забезпечують синхронізацію роботи систем упорскування пального та запалювання. Без їхнього сигналу двигун не зможе запускатися або буде працювати нестабільно.

4. Датчик абсолютного тиску (MAP-сенсор) використовується для вимірювання тиску у впускному колекторі. Разом із датчиком температури повітря дозволяє точно визначити масу повітря, що надходить у двигун.

5. Датчик масової витрати повітря (MAF-сенсор) вимірює кількість повітря, що надходить у двигун. Дає змогу ЕБУ точно розрахувати дозу пального для кожного циклу згоряння.

6. Датчик положення дросельної заслінки (TPS) визначає ступінь відкриття дроселя, що прямо впливає на дозування пального і реакцію двигуна на натискання педалі газу.

7. Датчики обертів коліс (ABS-сенсори) широко використовуються в антиблокувальних гальмівних системах, а також у системах стабілізації (ESP, TCS). Вони контролюють швидкість обертання кожного колеса для запобігання блокуванню.

8. Датчики удару та прискорення (п'єзоелектричні) є обов'язковими елементами систем пасивної безпеки (подушки безпеки, ремені з переднатягувачами). Реагують на різкі зміни прискорення під час аварій.

9. Датчики тиску в шинах (TPMS) стають стандартом для сучасних автомобілів. Вони забезпечують попередження водія про недостатній тиск у колесах, що покращує безпеку та зменшує знос шин.

10. Паркувальні ультразвукові сенсори використовуються в системах допомоги при паркуванні та маневруванні. Дають змогу визначати відстань до перешкод.

Ці сенсори зустрічаються практично в кожному сучасному автомобілі незалежно від його класу, а їхня справність є критичною для коректної роботи багатьох систем. У дипломній роботі доцільно приділити особливу увагу методикам перевірки саме цих типів сенсорів. Якщо потрібно, можна допомогти написати їхній аналіз або порівняльну характеристику.

Таким чином, сучасний автомобіль є насиченим середовищем для взаємодії десятків сенсорів різних типів і призначення. Їх справна робота є критично важливою для стабільного функціонування транспортного засобу, а тому правильна класифікація (табл. 1.1) та розуміння принципу дії кожного типу сенсора - основа для побудови ефективної методики діагностики, яка розглядатиметься у наступних розділах роботи.

Автомобіль не заведеться або працюватиме нестабільно без таких сенсорів:

1. Датчик положення колінчастого валу (СКР) – критичний для визначення моменту запалювання та подачі пального. Без нього ЕБУ не "бачить", коли подавати імпульси на форсунки та запалювання.

2. Датчик положення розподільчого валу (СМР) – використовується для синхронізації фаз газорозподілу, особливо в двигунах з фазозмінними системами.

Таблиця 1.1 – Застосування різних типів сенсорів у сучасних автомобілях

Тип сенсора	Приклад застосування	Призначення / функція
Датчик температури	Температура охолоджувальної рідини, масла, повітря	Контроль теплових режимів двигуна, системи клімату, запуск ДВЗ
Датчик тиску	МАР-сенсор, тиск у шинах, тиск пального	Регулювання подачі пального, контроль турбонаддуву, безпека руху
Датчик положення	Дросельна заслінка, педаль акселератора, колінчастий вал	Регулювання подачі пального, керування запалюванням та фазами газорозподілу
Кисневий датчик (лямбда-зонд)	Вихлопна система	Аналіз складу паливно-повітряної суміші, керування каталізатором
Датчик обертів	Колінчастий вал, колесо, коробка передач	Розрахунок швидкості обертання, синхронізація систем керування
Датчик удару / прискорення	Подушки безпеки, системи стабілізації	Активація систем пасивної безпеки, контроль стійкості та тяги
Датчик рівня	Пальне, охолоджувальна рідина, масло	Контроль залишку рідин у баках, подача сигналів на панель приладів
Ультразвуковий / паркувальний сенсор	Паркувальні системи	Вимірювання відстані до перешкод, допомога при маневруванні
Оптичний датчик	Датчик дощу, освітленості	Активація дворників або фар відповідно до погодних умов
Індуктивний / магнітний сенсор	ABS, датчик обертання колеса	Визначення швидкості обертання, використовується в гальмівній системі
П'єзоелектричний сенсор	Детонації, системи безпеки	Виявлення мікровибухів у камері згоряння, аварійне спрацювання систем захисту
Ємнісний або резистивний сенсор	Датчик положення сидіння, керма, вікон	Керування допоміжними системами комфорту
Шини даних (CAN, LIN, FlexRay)	Інтегровані смарт-сенсори в електроніці автомобіля	Передача даних між ЕБУ та сенсорами без аналогового сигналу (цифрова передача інформації)

3. Датчик температури охолоджувальної рідини (ECT) – потрібен для визначення режиму запуску (холодний/гарячий), впливає на склад суміші під час запуску.

4. Датчик масової витрати повітря (MAF) або датчик абсолютного тиску (MAP) – один із них обов'язково потрібен для визначення кількості повітря, що подається в двигун.

5. Датчик положення дросельної заслінки (TPS) – інформує про положення дроселя, що впливає на подачу пального при запуску.

Без сигналів від цих сенсорів електронний блок управління двигуном (ЕБУ) не зможе правильно керувати процесом пуску, тому автомобіль або зовсім не заведеться, або буде глохнути одразу після запуску.

1.2 Теоретичні основи функціонування основних типів сенсорів які використовуються в автомобілях

Розглянемо принцип дії основних типів сенсорів, які використовуються в автомобілях.

1. Резистивні сенсори змінюють свій опір залежно від температури. Найчастіше використовуються термістори з негативним температурним коефіцієнтом (NTC), у яких опір зменшується зі зростанням температури.

$$R(T) = R_0 \cdot e^{\{B(1/T - 1/T_0)\}} \quad (1.1)$$

де:

$R(T)$ — опір при температурі T , [Ом]

R_0 — номінальний опір при температурі T_0 , [Ом]

B — температурний коефіцієнт (постійна матеріалу), [К]

T, T_0 — абсолютна температура в кельвінах, [К]

2. Індуктивні сенсори працюють за законом електромагнітної індукції: при зміні магнітного потоку в провіднику виникає електрорушійна сила (ЕРС).

$$\varepsilon = -N \cdot d\Phi/dt \quad (1.2)$$

де:

ε — електрорушійна сила, [В]

N — кількість витків у котушці, [од.]

Φ — магнітний потік, [Вб]

t — час, [с]

Магнітний потік $\Phi = B \cdot A$, де:

B — магнітна індукція, [Тл]

A — площа поперечного перерізу, [м²]

3. Ємнісні сенсори зі зміною відстані між обкладками або властивостей діелектрика впливає на ємність сенсора.

$$C = \varepsilon \cdot A / d \quad (1.3)$$

де:

C — ємність, [Ф]

ε — діелектрична проникність середовища, [Ф/м]

A — площа пластин, [м²]

d — відстань між пластинами, [м]

4. П'єзоелектричні сенсори створюють електричний заряд під впливом механічного тиску або прискорення завдяки п'єзоелектричному ефекту.

$$Q = d \cdot F \quad (1.4)$$

де:

Q — електричний заряд, [Кл]

d — п'єзоелектричний коефіцієнт, [Кл/Н]

F — сила механічного впливу, [Н]

5. Термогенераторні сенсори

Засновані на ефекті Зеєбека: при різниці температур на контактах двох різних металів виникає напруга.

$$U = \alpha \cdot \Delta T \quad (1.5)$$

де:

U — напруга, [В]

α — коефіцієнт Зеєбека, [В/К]

ΔT — різниця температур між спаями, [К]

6. Оптичні та ультразвукові сенсори використовують відбиття світлових або звукових хвиль для вимірювання відстані.

$$d = v \cdot t / 2 \quad (1.6)$$

е:

d — відстань до об'єкта, [м]

v — швидкість поширення ультразвуку (в повітрі ≈ 343 м/с при 20 °С), [м/с]

t — час 'польоту' хвилі до об'єкта і назад, [с]

7. Напівпровідникові сенсори поєднують мікроелектронні компоненти, що забезпечують перетворення, фільтрацію, підсилення та аналіз сигналу.

$$F = m \cdot a \quad (1.7)$$

де:

F — сила інерції, [Н]

m — маса мікромеханічного елемента, [кг]

a — прискорення, [м/с²]

1.3 Обґрунтування доцільності роботи

У сучасному автомобілебудуванні використання електронних систем стало нормою, а безперебійна робота цих систем безпосередньо залежить від точності, надійності та стабільності функціонування численних сенсорів. Автомобільні сенсори забезпечують зворотний зв'язок для електронних блоків управління, дозволяючи оперативно реагувати на зміни умов експлуатації, параметрів руху, роботи двигуна, гальмівної системи, підвіски та інших критично важливих вузлів.

У зв'язку з цим постає важливе завдання: забезпечити точну і достовірну діагностику сенсорів не лише в лабораторних умовах, але й під час експлуатації автомобіля, технічного обслуговування або ремонту. Саме перевірка сенсорів дозволяє виявити приховані або інтермітуючі несправності, які часто стають причиною некоректної роботи всієї електронної системи

автомобіля. Крім того, наявність ефективної методики перевірки дає змогу уникнути помилкової заміни справних елементів, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування та підвищити довіру до діагностичного процесу.

Наразі існує низка загальноживаних методів перевірки датчиків: вимірювання електричних параметрів (напруги, опору, частоти сигналу), використання діагностичного обладнання (OBD-II сканери, мультиметри, осцилографи), а також симуляція умов роботи. Проте практика показує, що значна кількість майстрів або не використовують повноцінну методику перевірки, або користуються лише поверхневими тестами, які не дають повної картини. Часто це спричинено відсутністю чітко структурованих інструкцій, труднощами у розшифровці сигналів або неповним розумінням фізичних принципів роботи сенсорів.

У цьому контексті постає завдання удосконалення методики перевірки сенсорів. Мова йде не лише про вибір інструменту для вимірювання, а про створення логічно послідовного алгоритму діагностики кожного типу сенсора, враховуючи його особливості, параметри, умови роботи та типові несправності. Такий підхід дозволяє перейти від хаотичного "перевірити — замінити" до цілеспрямованої діагностики з техніко-економічним обґрунтуванням.

Варто зазначити, що деякі сенсори мають складну будову та функціонують на основі складних фізичних явищ (наприклад, лямбда-зонди, MAP-датчики, масові витратоміри повітря). Вони потребують більш глибокого аналізу сигналів, перевірки на різних режимах роботи двигуна, а також урахування впливу температури, вологості, зносу. Удосконалення методики перевірки таких елементів дозволяє не лише покращити точність діагностики, але й оптимізувати регламентні роботи з обслуговування.

Також важливо враховувати сучасні тенденції автомобільної промисловості: зростання популярності електромобілів і гібридів, розвиток автономного керування, підвищення екологічних стандартів. Усі ці фактори призводять до ще більшої кількості сенсорів у транспортному засобі, які

контролюють навіть найдрібніші параметри. Відповідно, без надійної системи перевірки таких пристроїв стає неможливо гарантувати належний рівень безпеки та ефективності автомобіля.

Удосконалення методики перевірки автомобільних сенсорів є актуальним як з технічної, так і з економічної точки зору. Запропоновані у цій роботі підходи дозволять скоротити час діагностики, знизити ймовірність помилок, підвищити точність визначення несправностей, а також забезпечити надійну роботу електронних систем автомобіля в умовах реальної експлуатації.

Таким чином, дослідження в обраній тематиці має не лише практичну значущість, а й потенціал для подальшої наукової розробки в галузі транспортної електроніки, діагностики та сервісного обслуговування сучасних автомобілів.

Метою даної дипломної роботи є розробка та експериментальне обґрунтування вдосконаленої методики перевірки автомобільних сенсорів, яка забезпечить підвищення точності та швидкості діагностики в умовах СТО.

Об'єктом дослідження є процес технічної діагностики автомобільних сенсорів у процесі технічного обслуговування автомобілів.

Предметом дослідження є методи та засоби перевірки сенсорів, а також алгоритми аналізу діагностичних даних.

У процесі дослідження ставились такі основні завдання:

- проаналізувати класифікацію, принципи роботи та типові несправності автомобільних сенсорів;
- дослідити існуючі методики їх перевірки;
- виявити недоліки у сучасній практиці діагностики;
- запропонувати новий або вдосконалений підхід до перевірки сенсорів;
- провести експериментальну перевірку ефективності запропонованої методики;
- оцінити можливості впровадження розробленої методики в умовах СТО.

2 АНАЛІЗ СЕНСОРІВ І ЇХНІХ ПРОБЛЕМ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЕРЕВІРКИ

2.1 Аналіз автомобільних сенсорів повітря впуску

Для того щоб забезпечити подачу в двигун необхідної кількості палива, система керування двигуном повинна мати точні дані про обсяг повітря, що надходить у циліндри. Знаючи температуру, об'єм і тиск повітря, блок керування здатний обчислити його масу. Одним із ключових компонентів, що забезпечує вимірювання тиску, є *датчик абсолютного тиску у впускному колекторі (MAP-сенсор)* (рис. 1). *Manifold Air Pressure Sensor, MAP sensor* монтується безпосередньо на впускному колекторі або підключається до нього через гнучкий шланг. Він складається з вимірювального елемента (measuring element) та підсилювача (amplifier). Тиск з впускного колектора передається до вимірювальної частини через спеціальну камеру.

Основним елементом вимірювання є мембрана, яка відокремлює еталонну камеру. У структурі мембрани вбудовано чотири резистори, з'єднані за мостовою схемою. При деформації мембрани під дією тиску опір одного з резисторів змінюється, що призводить до появи диференціальної напруги. Ця напруга далі підсилюється спеціальним електронним підсилювачем.

Для перевірки датчика тиску необхідний вакуумний насос. За допомогою вакуумного насоса можна змінювати тиск по всьому діапазону вимірювань, перевіряючи напругу сигналу за допомогою мультиметра. Спочатку необхідно перевірити технічні характеристики (специфікацію) датчика. Потім - живлення і заземлення датчика. Напруга живлення має становити 5 вольт.

У бензиновому двигуні маса повітря взагалі використовується для розрахунку кількості палива, яку впорскують форсунки. Інформація про масу повітря використовується як в бензинових, так і в дизельних двигунах для керування клапаном рециркуляції відпрацьованих газів (клапан EGR).

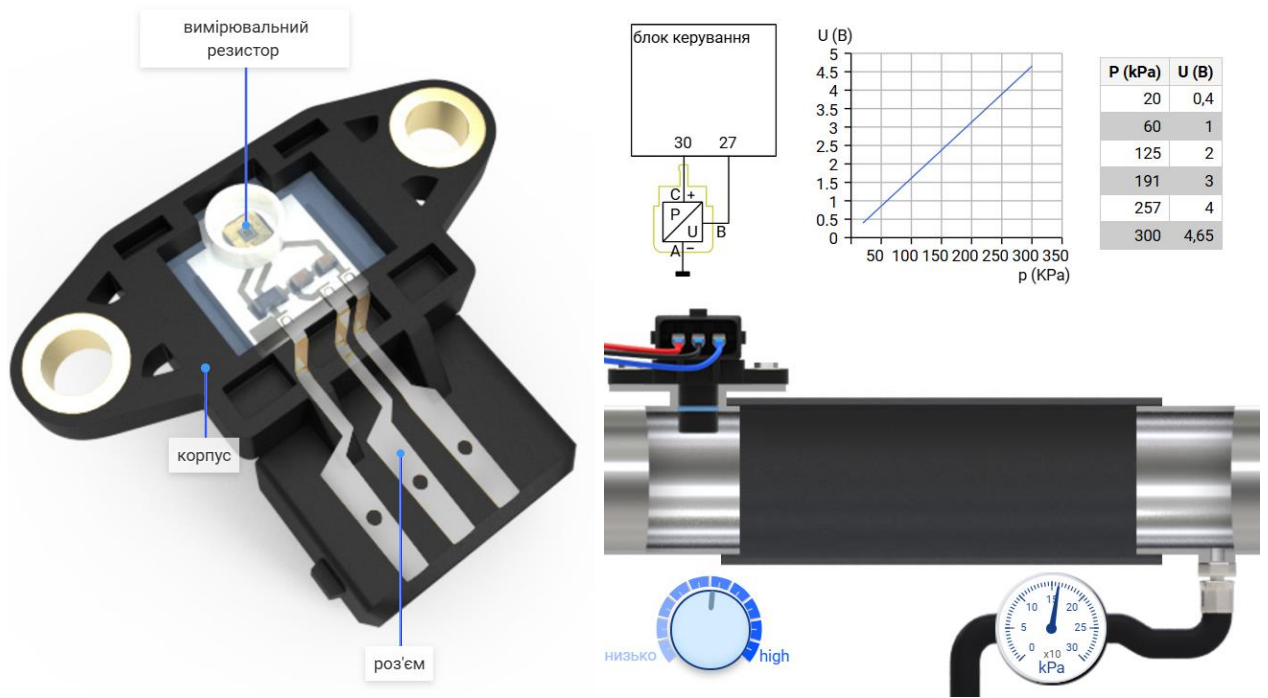


Рисунок 2.1 – Сенсор тиску і його характеристики

Датчик, який вимірює кількість повітря, яке подається в двигун - **масовий витратомір повітря або датчик масової витрати повітря (mass airflow meter)**. Інші назви масового витратоміра повітря (ДМВП): англ. *Mass air flow sensor, MAF sensor* (.рис. 2)

Витратомір повітря встановлюється у впускній системі між повітряним фільтром і дросельною заслінкою двигуна. Двигун всмоктує зовнішнє повітря через повітряний фільтр, датчик масової витрати повітря і дросельну заслінку.



Рисунок 2.2 – Сенсор масовий витратомір повітря

Вимірювальний елемент, через який проходить повітряний потік, складається з двох температурно-залежних резисторів (термісторів). Ці резистори встановлені на повзунку.

Один виступає в якості нагрівального елемента і має властивість резистора з позитивним температурним коефіцієнтом опору (РТС-термістор від англ. Positive Temperature Coefficient), інший вимірює температуру повітря і має властивість терморезистора з негативним температурним коефіцієнтом опору (NTC-термістор від англ. Negative Temperature Coefficient).

Електронна схема забезпечує постійну температуру РТС-термістора.

Сила струму, необхідна для підтримки температури, залежить від величини повітряного потоку.

Коли суміш запалюється в камері згоряння, тиск і температура підвищуються. При певних умовах тиск і температура підвищуються настільки швидко, що суміш самоzapalюється в одному або декількох місцях в камері згоряння. Дане явище називається детонацією (англ. Detonation або англ. Knocking -стукіт) двигуна, які в свою чергу можуть стати причиною серйозних пошкоджень двигуна.

Вимірювач температури всмоктуваного повітря (англ. *Intake air temperature sensor, IAT*) є датчиком, який надає інформацію блоку керування двигуном.

За допомогою даного датчика блок керування визначає температуру повітря, що надходить всередину двигуна.

Температура всмоктуваного повітря використовується для визначення маси повітря, що надходить.

Спеціальний резистор розташований в прохідному отворі датчику температури всмоктуваного повітря. Електричний опір даного резистору змінюється при зміні температури.

Корпус датчика температури всмоктуваного повітря часто виготовлений повністю з пластика і має монтажну проушину. Гумове кільце ущільнювача

запобігає всмоктуванню двигуном повітря, що не пройшло через датчик масової витрати повітря (англ. MAE-зепзог).

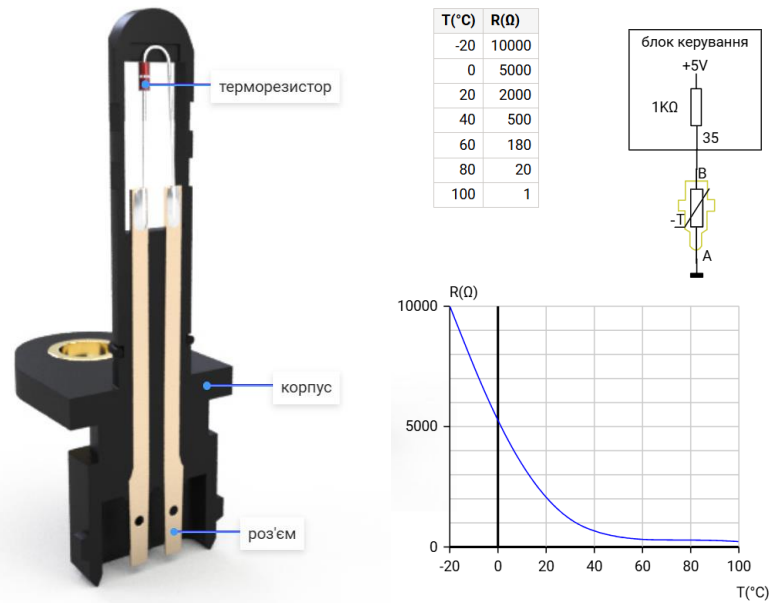


Рисунок 2.3 – Сенсор температури повітря

Електричний опір вимірювача даного датчика зменшується при збільшенні температури повітря. Якщо температура повітря знижується - електричний опір вимірювача збільшується.

Даний тип резистора, який використовується в даному датчику, називається терморезистором з негативним температурним коефіцієнтом (англ. NTC thermistor) або NTC-термістором.

У блоці керування клема 35 підключена через резистор 1000 Ом з напругою 5 V. Через резистор 1 кОм і датчик температури струм протікає до заземлення ("маси"). 5 V розподіляється між опором у блоці керування та датчиком температури.

Струм, необхідний для даного розрахунку, обчислюється за допомогою:

$$I = U * R \quad (1)$$

Де:

U – напруга 5 В,

R – загальний опір, Ом.

2.2 Сенсори положення

Датчик положення педалі акселератора (рис. 2.4) потенціометричного типу складається з корпусу з різними компонентами всередині. Якщо корпус закритий, пружина притискає тримач повзунка з прикріпленими повзунками до вуглецевих смуг та провідників.

Багато датчиків положення педалі акселератора мають подвійну конструкцію. Залежно від конструкції, датчик зазвичай має від 3 (одинарна версія) до 6 (подвійна версія) з'єднань.

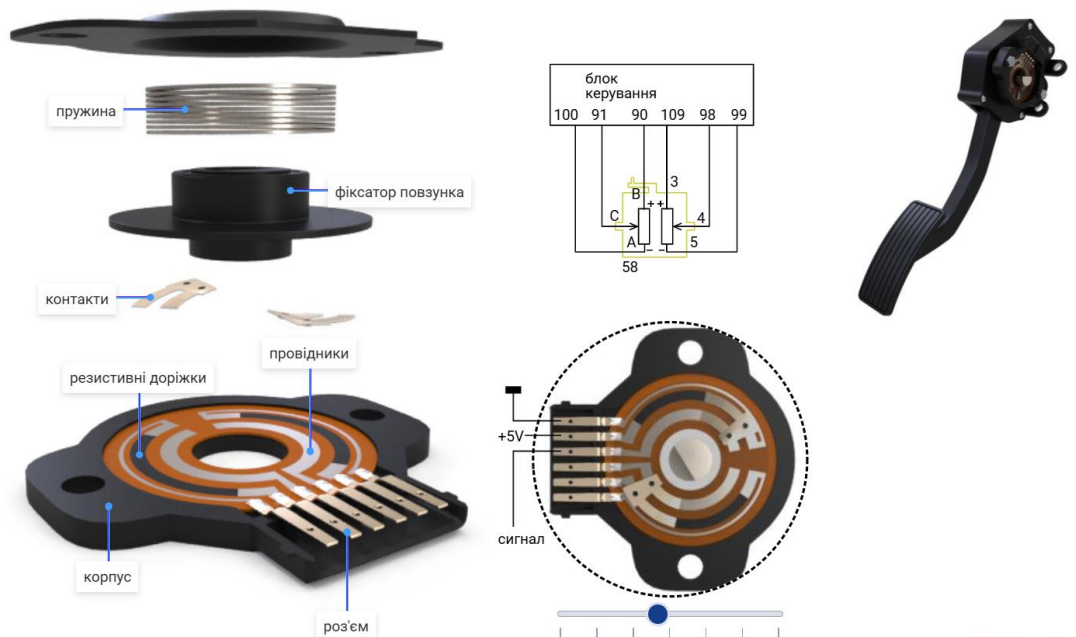


Рисунок 2.4 – Сенсор педалі газу

Якщо Ви натискаєте на педаль газу, повзунком та прикріплені до нього бігунок обертаються. Через ці з'єднання вимірюється різний опір, і можливо визначити положення дросельної заслінки.

Блок керування не може вимірювати опір, тому подає постійну напругу на провідні рейки через заземлення та позитивні термінали.

Верхній бігунок підключений до верхнього сигнального терміналу. Нижній бігунок підключений до нижнього сигнального терміналу.

Блок керування вимірює вихідні напруги датчика положення педалі акселератора через верхній та нижній сигнальні термінали.

Датчик положення дросельної заслінки - це датчик (рис. 2.5), який вимірює провертання - і, отже, положення -дросельної заслінки.

Блок керування використовує вимірювання датчика положення дросельної заслінки, щоб перевірити, чи дросельна заслінка дійсно знаходиться в бажаному положенні.

Через те, що блок керування не може виміряти опір, він подає постійну напругу на резистивні доріжки через точки підключення А і В.

Один з контактів повзунка підключається до контакту С.

Через контакт С блок керування вимірює вихідну напругу датчика положення дросельної заслінки.

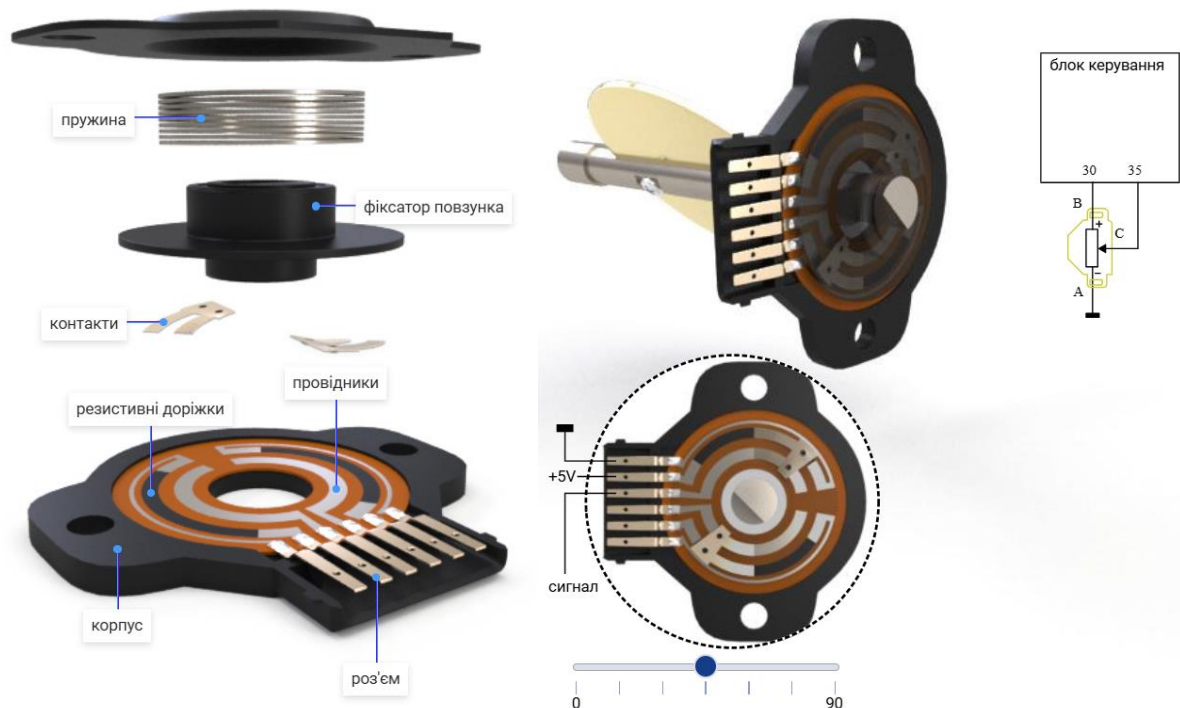


Рисунок 2.5 – Сенсор дросельної заслінки

2.3 Сенсори валів ДВЗ

Індуктивний датчик колінчастого валу - це датчик, який задає тобто активує систему керування. Англійські назви, що застосовуються до індуктивного датчика: Crankshaft position sensor, Crankshaft sensor, Crank sensor, українське скорочення - ДПКВ.

За допомогою ДПКВ блок керування визначає положення колінчастого валу і частоту обертання колінчастого вала.

Індуктивний датчик колінчастого вала, як правило, розміщується в отворі на корпусі маховика. Безпосередньо підданим отвором знаходиться маховик, по периметру якого розташовується зубчастий вінець.

Відстань між вимірювальною частиною датчика і зубами вінця маховика становить не більше декількох міліметрів.

Датчик колінчастого вала також може розташовуватися на приводному шківі спереду автомобіля, при цьому на шківі є диск синхронізації. Крім цього датчик колінчастого вала може бути встановлений в середині картера двигуна і формувати сигнал від спеціального зубчастого диска на колінчастому валу (зазвичай автомобілі групи VAG).

Індуктивний датчик колінчастого валу (рис. 2.6) складається з наступних компонентів: пластиковий корпус, котушка, магніт, сердечник. У пластикового корпусу, як правило, є кріпильна проушина з різьбою під болт. Для того, щоб закріпити датчик, вставте болт в кріпильну проушину і затягніть його.

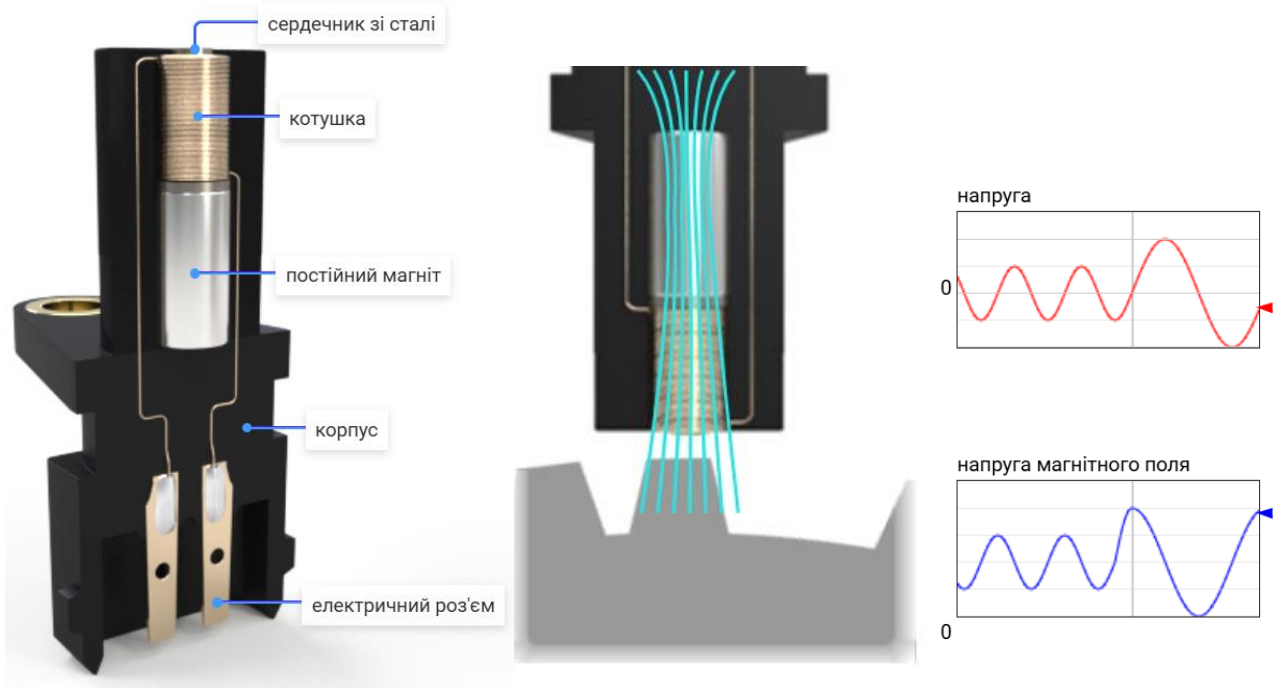


Рисунок 2.6 – Сенсор колінчастого валу двигуна

Принцип роботи. Металевий блок виготовлений з магнітопровідного матеріалу, який дозволяє генерувати напругу в котушці.

Якщо зменшити відстань між металевим блоком і датчиком, напруга що генерується збільшиться.

Якщо збільшити відстань між блоком і датчиком, напруга що генерується зменшиться.

Якщо металевий блок знаходиться під датчиком, напруга не генерується. За допомогою даного датчика не можливо визначити положення стаціонарних об'єктів.

Зміна магнітного поля генерує напругу в котушці датчика.

Якщо зуб наближається до датчика, напруженість магнітного поля збільшується.

Якщо зуб знаходиться прямо навпроти датчика, магнітне поле досягає максимального значення.

Напруженість поля знову зменшується, якщо зуб віддаляється від датчика.

Визначення частоти обертання. Блок керування вимірює напругу від індуктивного датчика.

У міру збільшення частота обертання зуби переміщуються швидше повз індуктивний датчик. Це призводить до збільшення частоти змінного струму.

Вимірюючи частоту змінного струму, блок керування може визначити частота обертання двигуна.

Визначення верхньої мертвої точки. На зубчастому колесі спеціально відсутній один зуб.

Зуб відсутній в заглибленні, яке розташоване безпосередньо перед індуктивним датчиком, в той час як колінчастий вал знаходиться під кутом в 90° перед ВМТ циліндра 1.

Через це при кожному оберті колінчастого валу один зуб не буде проходити навпроти індуктивного датчика. Тому є момент, коли навпроти індуктивного датчика не проходить один зуб.

Блок керування беручи до уваги частоту обертання розпізнає місце, де відсутній зуб, і визначає, що колінчастий вал знаходиться під кутом в 90° перед ВМТ циліндру 1.

Для того щоб визначити поточне положення колінчастого валу, блок керування повинен отримати інформацію про кількість зубів, які пройшли після відсутнього зуба.

Потужність створеної напруги залежить від кількості витків обмотки в котушці і швидкістю, з якою змінюється магнітне поле.

Воно виражається у вигляді формули:

$$U = N (\Delta\phi/\Delta t) \quad (2.2)$$

де, U - напруга, що створюється, В

N - кількість витків у котушці

$\Delta\phi$ = зміна поля (фі)

Δt = інтервал часу, протягом якого відбувається зміна поля.

Датчик положення розподільчого валу або датчик фаз (англ. назва: Camshaft position sensor, Camshaft sensor, Cam sensor, українське скорочення: ДПРВ) використовується блоком керування для визначення положення розподільчого валу.

Якщо відомо положення розподільчого валу, блок керування розпізнає, яка частина робочого циклу виконується.

У більшості випадків ДПРВ - це активний датчик.

В двигунах з верхнім розподільчим валом датчик положення розподільчого валу знаходиться в отворі головки блоку циліндрів. Через даний отвір вимірювальна частина датчика напрямлена безпосередньо на розподільчий вал.

Відстань між вимірювальною частиною датчика і імпульсним колесом розподільчого валу становить не більше ніж декілька міліметрів.

Датчик положення розподільчого валу (рис. 2.7) складається з наступних компонентів: пластиковий корпус, постійний магніт, друкована плата з елементом Холла.

Такий датчик застосовується для вимірювання напруженості магнітного поля. Практично ж промислові датчики такого роду реалізують на базі напівпровідників. Принцип дії: якщо пластина напівпровідника помістити у магнітне поле з напруженістю H , а по пластині тече струм величиною I при цьому лінії напруженості електричного поля знаходяться під прямим кутом з напрямком протікання струму, то на бокових гранях цієї пластини виникає напруга (див. рис. 2.7).

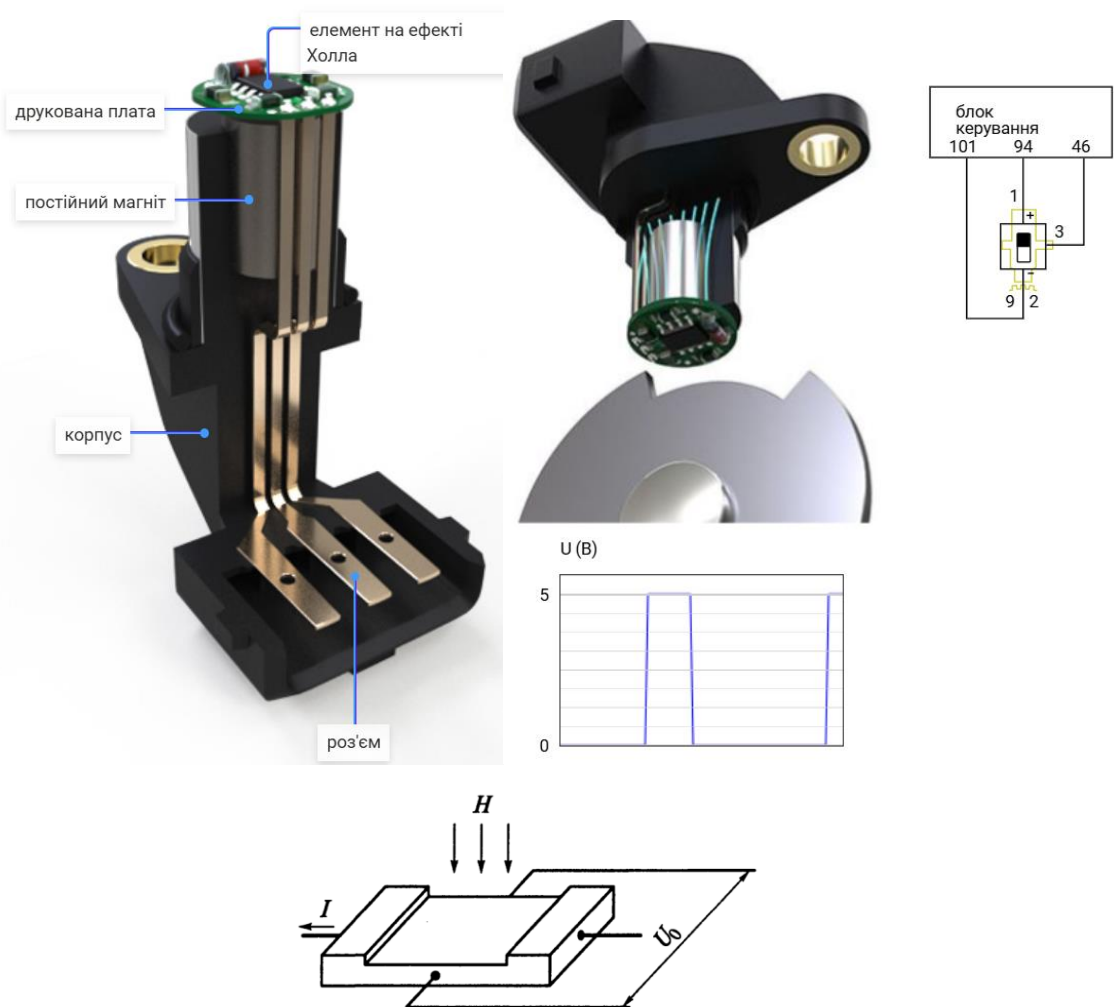


Рисунок 2.7 – Сенсор положення розподільчого валу на ефекті Холла

$$U = Kh * I * H \quad (2.3)$$

де, U – напруга

Kh – постійна величина, яка залежить від матеріалу пластини,

I – сила струму,

H – напруженість магнітного поля.

За два повних оберти створюється один прямокутний імпульс.

При виникненні значної вібрації *сенсор детонації* (англ. knock sensor) передає сигнал блоку керування, після чого блок керування регулює кут випередження запалювання.

Датчики детонації (англ, назва - knock sensor, українське скорочене - ДД) встановлюються на бічній частині блоку двигуна. У чотирициліндрових двигунах потрібен один датчик детонації, який розміщується по середині ряду циліндрів. У шестициліндрових двигунах необхідно встановлювати два датчика детонації.

Датчик детонації складається (рис. 2.8) з наступних компонентів: корпус, накидна алюмінієва гайка, пружина, ізоляція, контактні пластини, п'єзокерамічний чутливий елемент, сейсмична маса, контакти.

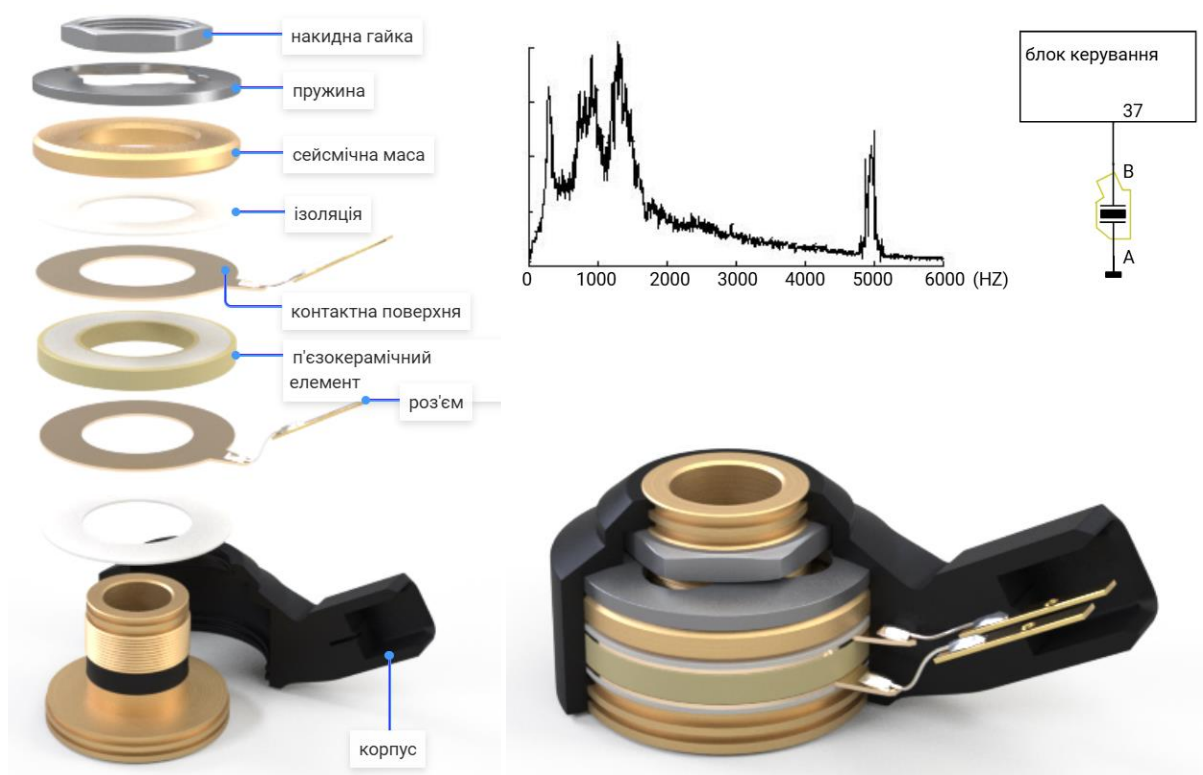


Рисунок 2.8 – Сенсор детонації

Вібрації створюють в датчику електричну напругу, яку можна виміряти за допомогою мультиметра. Чим сильніше удар по пластині, тим вище піднімається напруга.

На графіку представлені частоти, які утворюються в двигуні. Якщо нанести на діаграму всі вібрації, то вони створять нерегулярний рисунок.

У разі детонації в межах частотного спектра можна почути звичайний звук удару. Частота цього звуку становить 5-7 кГц, в залежності від діаметра циліндра. Блок керування відфільтровує всі частоти і реагує тільки на частоти ударів.

Так як в цьому ж діапазоні частот може бути чутна вібрація двигуна, вимірювання виконуються тільки між 70° до верхньої мертвої точки (ВМТ) і 10° після ВМТ.

2.4 Сенсори температури

Датчик температури охолоджувальної рідини вимірює її температуру, щоб система керування двигуном могла відповідно регулювати час впорскування.

Датчик температури двигуна важливий для керування вентилятором охолодження та є ключовим для розрахунку часу і кількості впорскування палива.

У разі несправності використовується замінне значення, а потужність двигуна може бути обмежена.

Система керування двигуном не може напряму зчитувати показники з датчика температури охолоджуючої рідини. Щоб зробити інформацію про опір датчика придатною до обробки, в ланцюг послідовно підключається резистор з еталонним значенням опору. Якщо на обидва резистори подається напруга, відбувається поділ напруги. Даний поділ напруги має вирішальне значення для визначення температури двигуна.

У блоці керування ((рис. 2.9) клема 16 підключена до напруги 5 В через резистор 1000 Ом. Струм протікає на "землю" через резистор 1 кОм та датчик температури.

Величина струму визначається напругою (5 В) та загальним опором.

$$R_{\text{заг}} = 1000 + R_{\text{датч}} \quad (2.4)$$

Струм створює напругу на датчику температури. Дана напруга на клемі 16 становить:

$$U = I * R_{датч} \quad (2.5)$$

Показана форма напруги вимірюється за допомогою осцилографа на контакті В датчика температури.

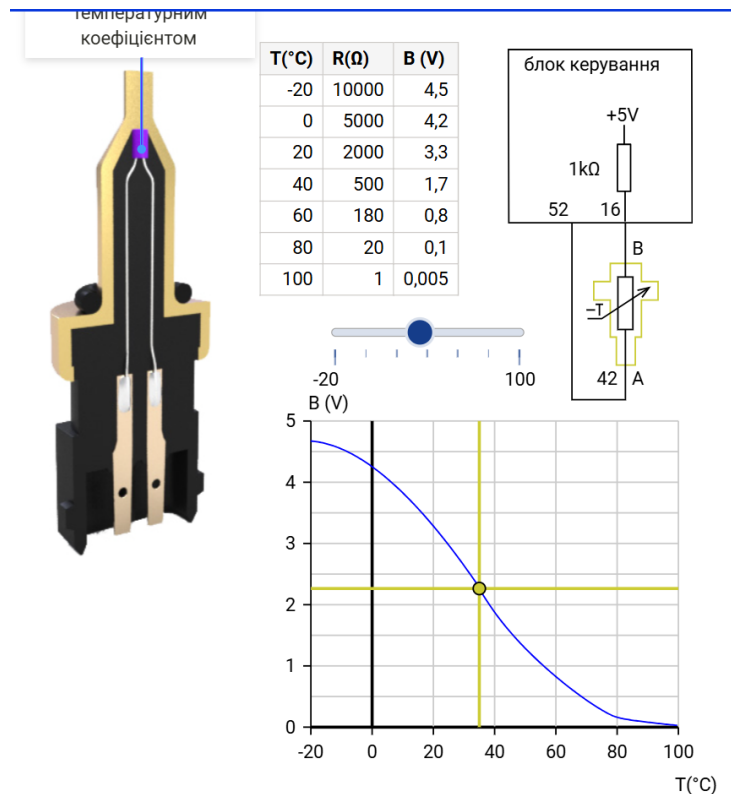


Рисунок 2.9 – Сенсор температури охолоджувальної рідини

Датчик температури відпрацьованих газів - це датчик зчитування. За допомогою даного датчика бд керування вимірює температуру відпрацьованих газів.

Даний датчик температури використовується для забезпечення оптимального перетворення БЮхта запобігання пошкодженню компонентів системи випуску.

Датчик перетворює температуру відпрацьованих газів в опір.

Блок керування може вимірювати лише величину напруги, а не опір датчика температури відпрацьованих газів безпосередньо.

Дана проблема вирішується шляхом підключення фіксованого резистора послідовно з датчиком. З'єднання даних двох резисторів живиться напругою 5 В.

Якщо температура змінюється, змінюється розподіл напруги. Таким чином блок керування може визначити температуру відпрацьованих газів.

У блоці керування датчик (рис. 2.10) температури відпрацьованих газів підключений до напруги 5 Вольт через резистор 1000 Ом.

Дані 5 Вольт розподіляються між опором у блоці керування та датчиком температури.

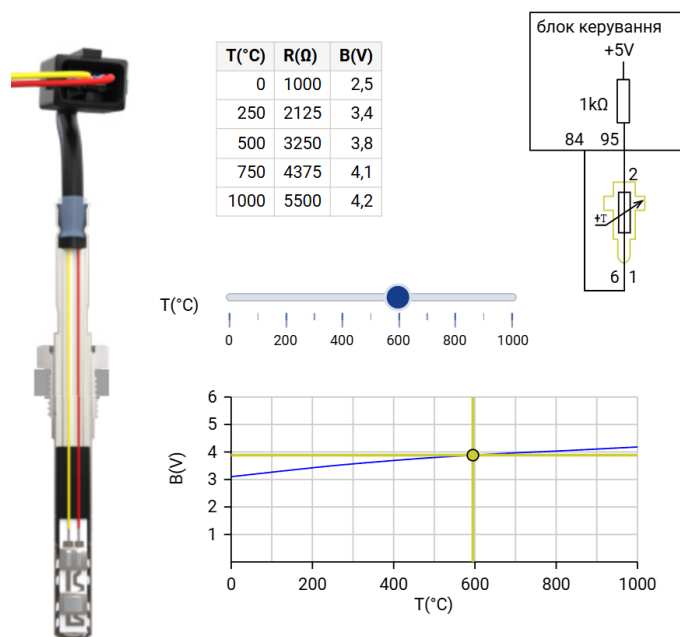


Рисунок 2.10 – Сенсор температури відпрацьованих газів

2.5 Сенсори оливи

Датчик тиску оливи попереджає водія про занижкий тиск оливи за допомогою сигнальної лампо жи.

Даний датчик зазвичай кріпиться збоку блоку двигуна. Іноді є другий датчик у головці циліндра.

Втрата тиску оливи може призвести до незворотного пошкодження двигуна.

Тиск оливи можливо контролювати двома способами:

- ◆ Вимикач (реле) (рис. 2.11) тиску оливи.

◆ Датчик тиску оливи.

Реле тиску оливи. Вимикач тиску оливи може бути відкритим або закритим. Тиск оливи діє на діафрагму, пружина тримає її під тиском. Олива тисне на пружину та діафрагму, розмикаючи контакт. Вимикач часто заземлений через блок двигуна.

Датчик тиску оливи може не лише сигналізувати про низький тиск оливи, а і визначати величину тиску.

Дані датчики з'єднані з електронним блоком керування і мають клеми: "плюс", заземлення і сигнальний. Кожний датчик оснащений схемою перетворення вимірюючого сигналу, у такий що розпізнається блоком керування.

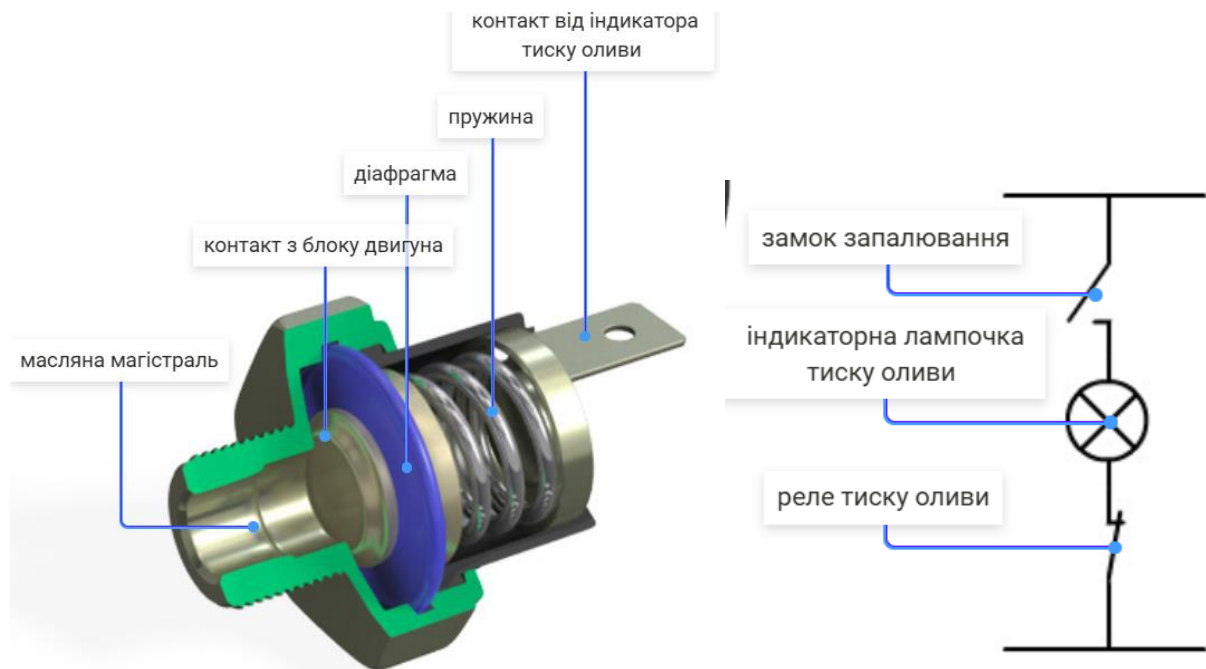


Рисунок 2.11 - Вимикач (реле) тиску оливи

Тиск оливи може бути визначений з допомогою двох типів датчиків:

П'єзоелектричний датчик (рис. 2.12). Вимірювальний елемент розміщується на мембрані. Тиск на мембрану деформує вимірювальний елемент, що змінює опір.

Ємнісний датчик (рис. 2.13). Даний датчик має рухоми і нерухомі пластини. Тиск змінює відстань між пластинами, що в свою чергу змінює ємність конденсатора.

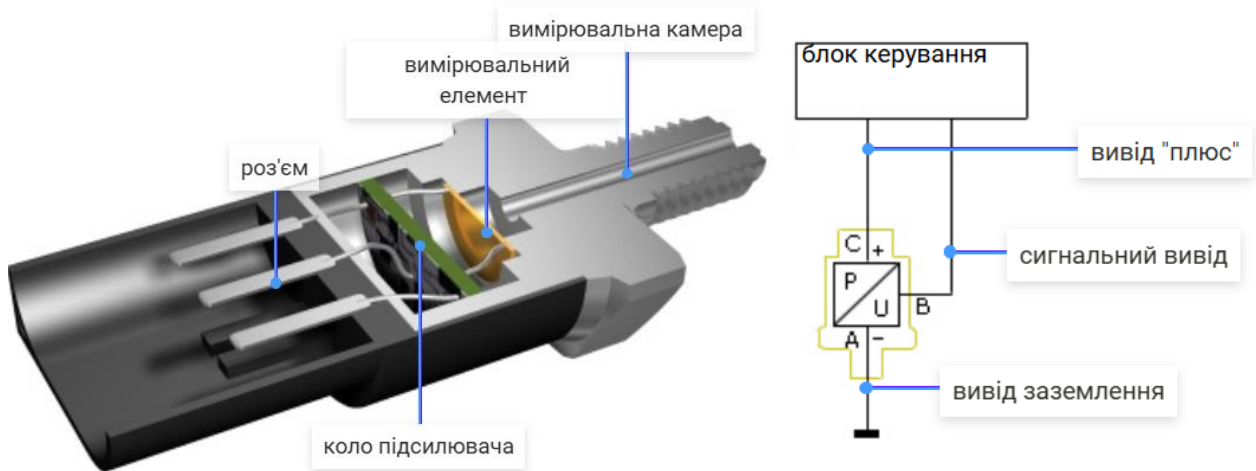


Рисунок 2.12 – П'єзоелектричний сенсор тиску оливи

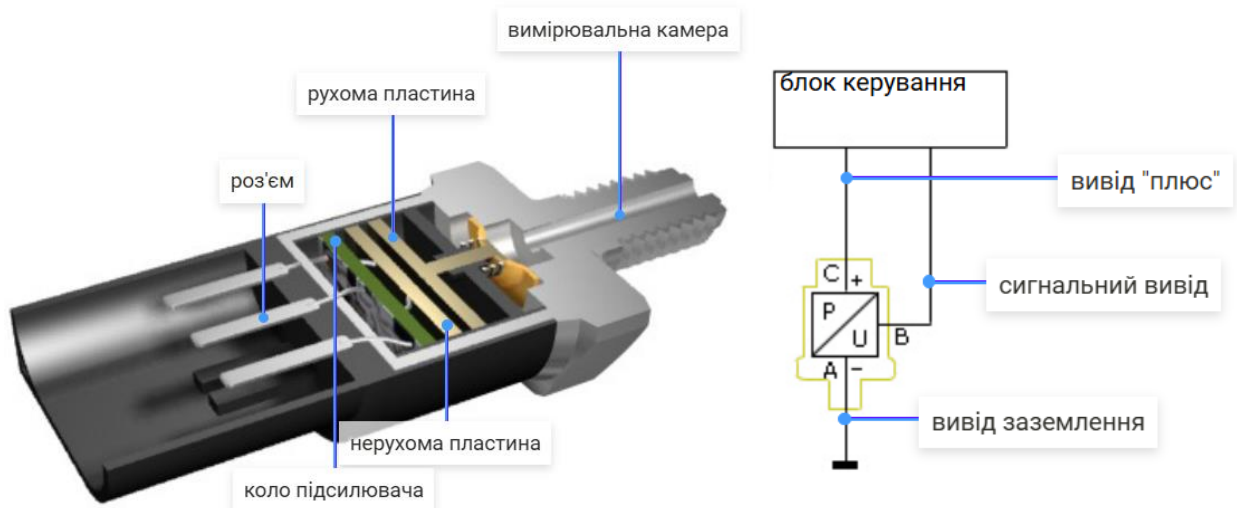


Рисунок 2.13 – Ємнісний сенсор тиску оливи

Датчик рівня оливи попереджає водія, якщо рівень стає занадто низький.

Даний датчик зазвичай розташований у нижній частині піддону. Він також може бути розташований збоку піддону.

Рівень оливи можливо контролювати двома способами:

- ◆ Вимикач рівня оливи.
- ◆ Датчик рівня оливи.

Перемикач рівня оливи

Перемикач рівня оливи має два положення:

- ◆ Відкрито: рівень оливи в нормі.
- ◆ Закрито: рівень оливи занадто низький.

Існує два типи вимикачів:

- ◆ Герконовий контакт (рис. 2.14)

Якщо рівень оливи падає нижче мінімального рівня, магніт активує герконовий контакт; електричний ланцюг замикається.

- Електричний провідник (рис. 2.15).

Даний датчик працює на основі електропровідності рідини. Два електроди розміщені на мінімальному рівні. Якщо рівень оливи опускається нижче електродів, опір між контактами стане нескінченно високим. Тому що повітря є поганим електричним провідником. Підсилювач перетворює це на розпізнаваний сигнал для ЕБК.

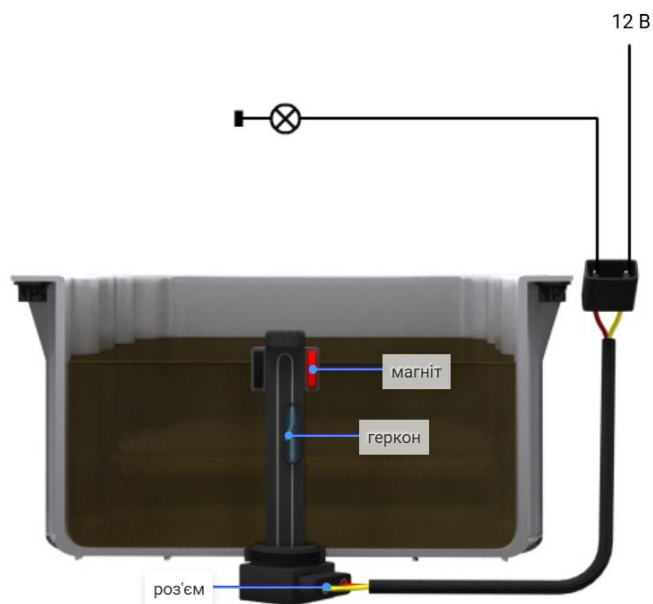


Рисунок 2.14 – Герконовий контакт рівня оливи

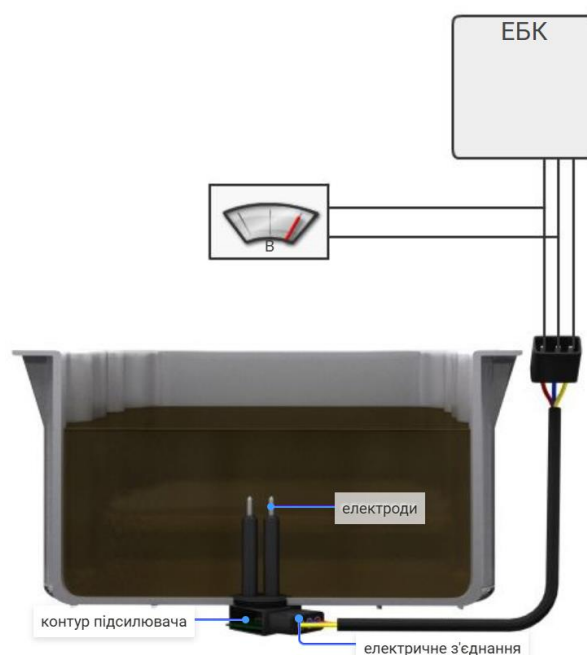


Рисунок 2.15 – Провідниковий контакт рівня оливи

Датчик рівня оливи не лише вимірює, чи рівень занадто низький, даний датчик також може визначити фактичний рівень.

Рівень оливи можливо визначити за допомогою наступних типів датчиків:

- ◆ Датчик з потенціометром.
- ◆ Індуктивний датчик.
- ◆ Ємнісний датчик.
- ◆ Електротермічний датчик.

Датчик з потенціометром (рис. 2.16). Блок керування подає на датчик напругу постійного струму (БС) величиною 5 вольт. Напруга на рухомому контакті потенціометра залежить від місця, в якому контакт торкається резистивної доріжки.

Якщо рівень оливи змінюється, рухомий контакт, що з'єднаний з поплавком, рухається по резистивній доріжці.

Напруга з рухомого контакту передається на ЕБК. Датчик має сигнальну напругу в межах 0,2 - 4,8 вольт: таким чином ЕБК може виявляти несправності.

Індуктивний датчик (рис. 16), складається з котушки, в якій сердечник, що з'єднаний з поплавком, може рухатись відносно котушки.

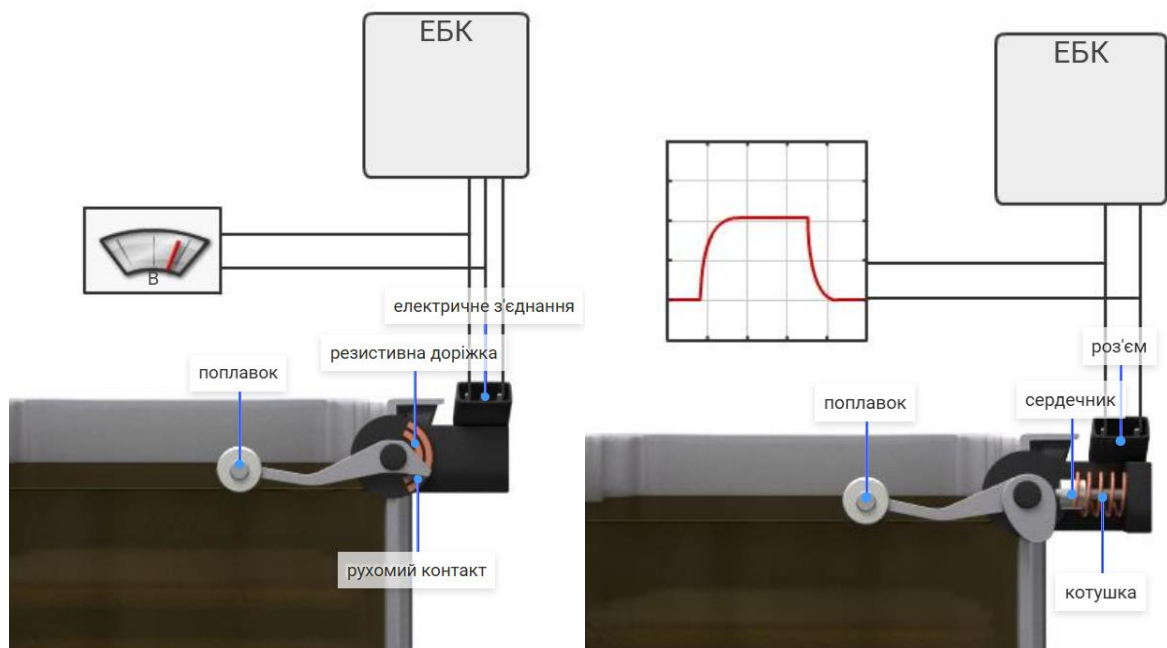


Рисунок 2.16 – Сенсори рівня оливи: поплавковий з резистивною доріжкою, індуктивний.

Положення сердечника визначає індуктивність у котушці: якщо сердечник повністю знаходиться всередині котушки, змінюється час досягнення максимальної сили струму, оскільки на його протікання через ланцюг потрібно більше часу.

Таким чином, вимірюючи час, необхідний для підвищення сили струму до 50 мА, ЕБК визначає положення поплавка датчика.

Ємнісний датчик (рис. 2.17) (англ. capacitive sensor) є активним датчиком. Датчик складається з двох електропровідних циліндрів, що розташовані один в одному.

Разом з оливою, що знаходиться між стінками циліндрів вони утворюють конденсатор.

Ємність даного конденсатора змінюється при зміні рівня оливи. Датчик має схему для перетворення виміряного сигналу у ШІМ-сигнал, який розпізнається ЕБК.

Електротермічний датчик(рис. 2.17) (англ. electro-thermal sensor) являє собою активний датчик, основним елементом якого є датчик температури, що нагрівається постійним струмом протягом короткого періоду часу.

Олива охолоджує датчик швидше, ніж повітря. Таким чином, чим вище рівень оливи, тим швидше буде знижуватися температура.

Провідник датчика має позитивний температурний коефіцієнт (РТС): холодний провідник має нижчий опір, тому напруга на датчику буде збільшуватись зі зниженням рівня оливи.

Датчик якості оливи (рис. 2.18) (англ. oil quality sensor) контролює якість оливи в режимі реального часу. Блок керування двигуном використовує дану інформацію для визначення інтервалу сервісного обслуговування. Водій отримує дану інформацію через дисплей на панелі приладів.

Температура оливи та рівень оливи часто визначаються одним датчиком. Даний датчик зазвичай розташований у піддоні картера.

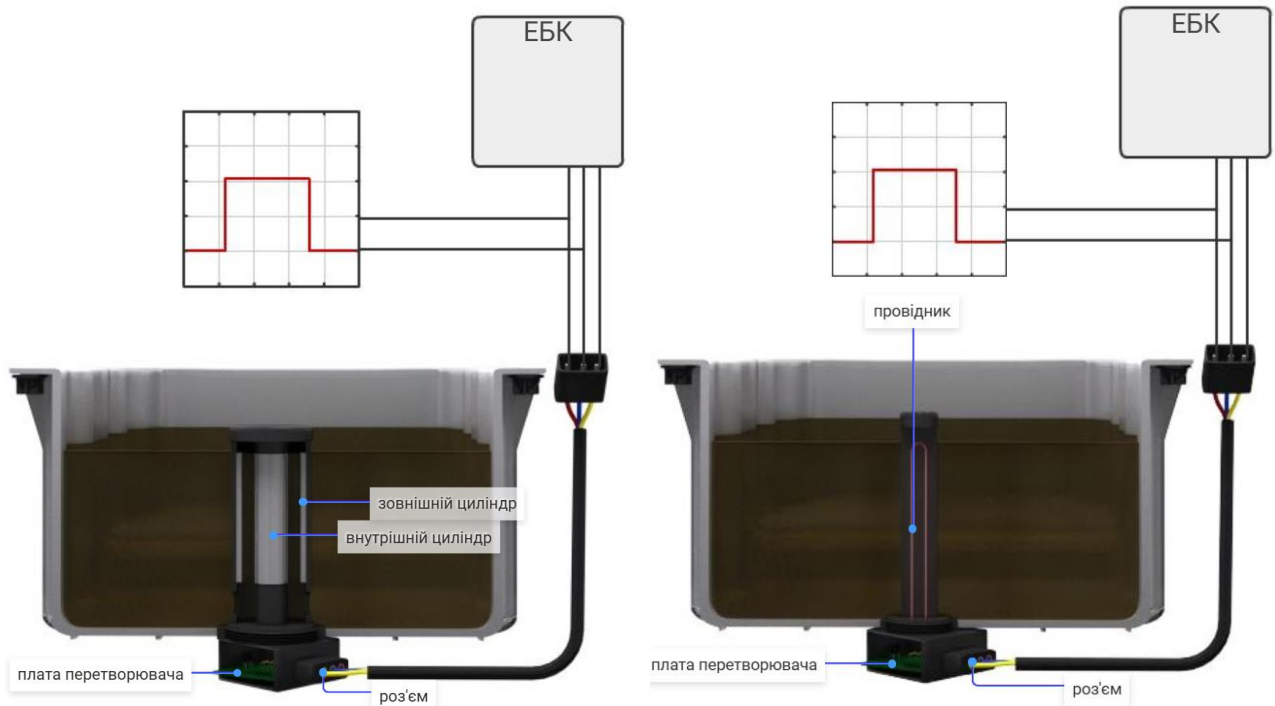


Рисунок 2.17 – Ємнісний і електротермічний сенсори рівня оливи

Невідповідна якість оливи призводить до підвищеного тертя між рухомими деталями.

Це призводить до виділення надлишкового тепла та прискореного зношування деталей і може призвести до виходу з ладу двигуна.

Невідповідна якість оливи також може призвести до недостатнього ущільнення між поршнем та стінкою циліндра, що призводить до потрапляння оливи в камеру згоряння і викликає витрату оливи. Через погіршення ущільнення в картері також можуть потрапляти газоподібні продукти згоряння. Крім того, підвищене тертя між рухомими деталями може викликати підвищений шум.

Переваги наявності датчика якості оливи:

- ◆ зменшення ризику пошкодження двигуна;
- ◆ максимальний термін використання оливи;
- ◆ зменшення витрат на технічне обслуговування;
- ◆ зменшення кількості відпрацьованої оливи, яка завдає шкоди навколишньому середовищу.

Датчик якості оливи визначає наступні дані:

- ◆ Рівень оливи.

- ◆ Температура оливи.
 - ◆ В'язкість.
- Є інші фактори, які впливають на якість оливи.
- ◆ Навантаження двигуна.
 - ◆ Частота обертання двигуна.
 - ◆ Кількість холодних запусків.
 - ◆ Час їзди (час роботи двигуна).

Вказані дані обробляються блоком керування для розрахунку якості оливи.

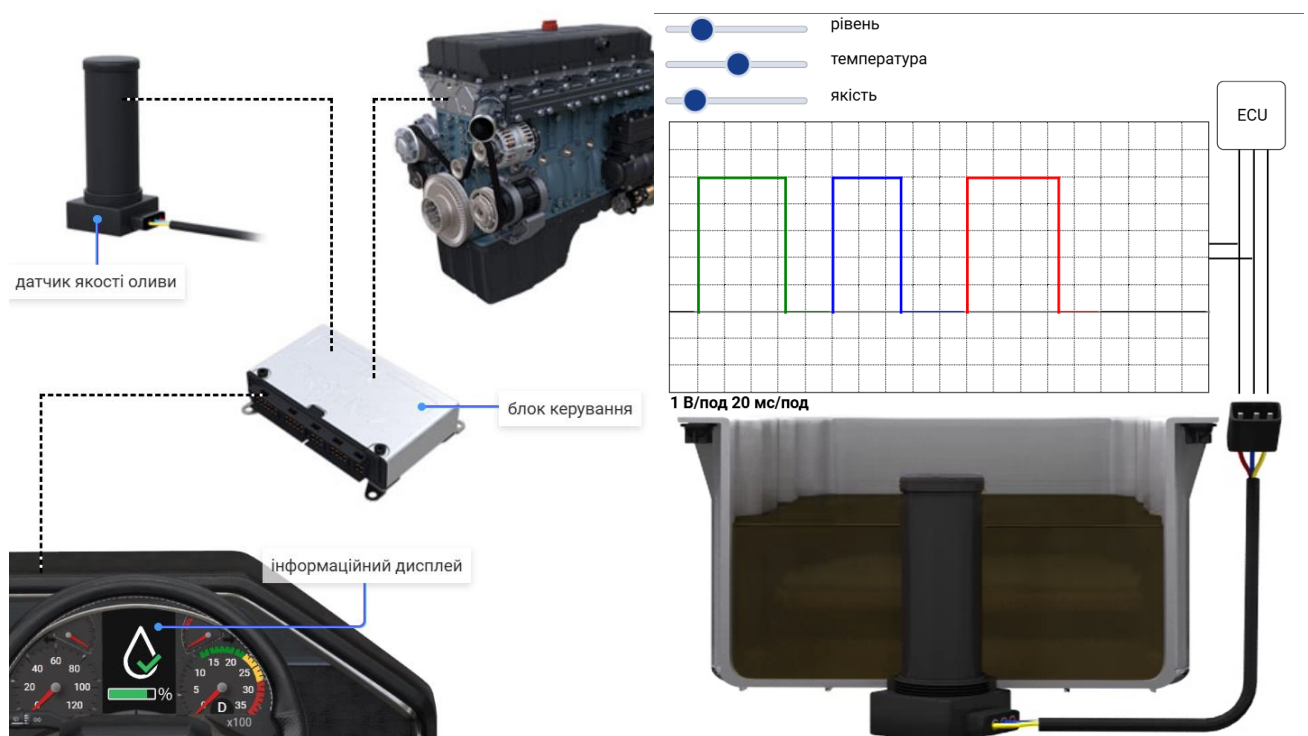


Рисунок 2.18 – Робота сенсора якості оливи

Принцип роботи. Існують різні варіанти вимірювання якості оливи.

Поширені датчики:

- ◆ Ємнісні: вимірюють діелектричне значення оливи.
- ◆ Електротермічні: олива короткочасно нагрівається датчиком електрично. Згодом визначається час охолодження.
- ◆ Провідні: вимірюють ступінь електропровідності оливи.

Сигнал від датчика якості оливи складається з трьох імпульсів ШІМ:

1. Рівень.
2. Температура.

3. Якість.

Довжина імпульсів визначає значення вимірюного сигналу.

- ◆ Мінімальна довжина імпульсів становить 20 мс.
- ◆ Максимальна довжина імпульсів становить 80 мс.
- ◆ Після кожного імпульсу є фіксована пауза 20 мс.
- ◆ Після кожних трьох імпульсів є період паузи, щоб бортовий комп'ютер знав, що досягнуто кінця сигналу.

Датчик тиску турбонаддуву знаходиться на впускному колекторі двигуна. Датчик часто встановлюється безпосередньо на впускному колекторі, але може бути з'єднаний з ним через трубопровід.

Датчик абсолютного тиску у впускному колекторі складається (рис. 2.19) з вимірювального елемента (англ. measuring element) і підсилювача (англ. amplifier). Тиск у впускному колекторі проходить до вимірювального елемента через вимірювальну комірку.

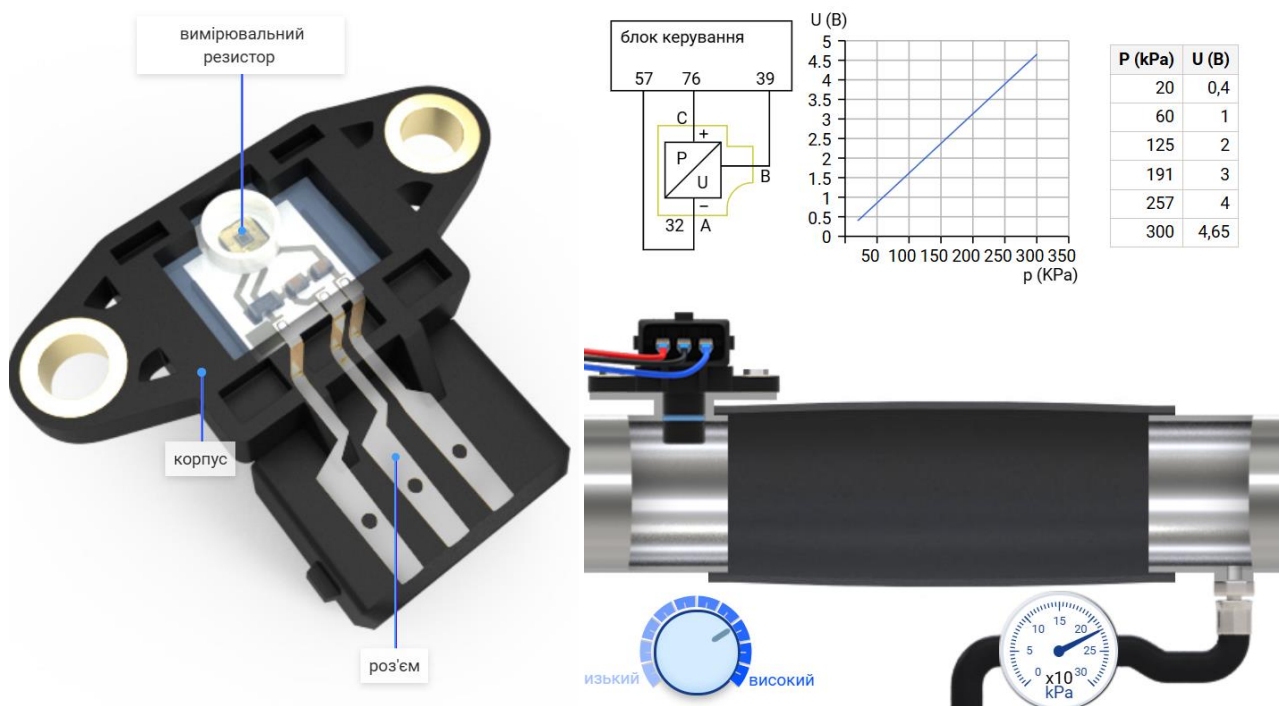


Рисунок 2.19 – Сенсор тиску наддуву

Вимірювальний елемент складається з мембрани, яка перекриває еталонну камеру. Мембрана - це чотири резистора, об'єднаних мостовою схемою.

Якщо мембрана деформується під тиском, один з цих чотирьох резисторів змінює значення опору. Це призводить до створення диференціальної напруги, яка збільшується контуром підсилювача.

Вимірювальний елемент розташований між еталонною камерою, де постійний вакуум та вимірювальною камерою. Повітря (тиск) у впускному колекторі досягає вимірювального елемента у камері через отвір.

Оскільки тиск у впускному колекторі вищий, ніж тиск в еталонній камері, вимірювальний елемент згинається.

Зі збільшенням різниці тиску вимірювальний елемент згинається далі. Це збільшує різницю напругу резисторному мості. Підсилювач перетворює дану напругу в сигнальну напругу від 0,2 до 4,8 вольт. Точні показники нижнього та верхнього значення сигнальної напруги залежать від вибору виробника датчика.

Діапазон вимірювання датчика тиску залежить від застосування. Датчик тиску турбонаддуву зазвичай має діапазон вимірювання від 20 до 300 кПа.

2.6. Сенсори швидкості і прискорення

Датчик швидкості (англ. Speed sensor) - це датчик, що вимірює швидкість автомобіля і виражає її у вигляді прямокутного сигналу.

Датчик швидкості може встановлюватися в коробці передач, а також на приводі спідометра, між коробкою передач і спідометром.

На рисунку 2.20 видно, що у датчика три клеми. Дві клеми з трьох використовуються для живлення датчика. Датчику необхідно живлення напругою 12 вольт (V). Третя клема забезпечує наявність вихідного сигналу і підключена до блоку керування за допомогою дроту.

При русі автомобіля привід спідометра активує магніт в датчику швидкості.

На друкованій платі встановлені елемент Холла і електричний ланцюг.

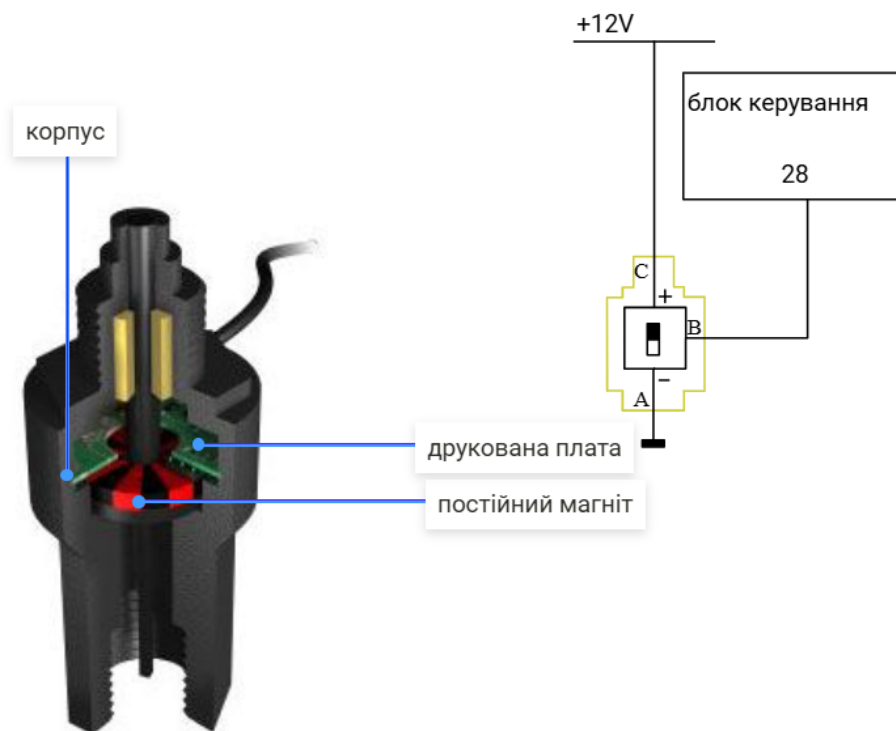


Рисунок 2.20 – Сенсор швидкості з елементом Холла

Елемент Холла чутливий до наявності магнітного поля. Коли елемент піддається впливу магнітного поля, утворюється дуже низька напруга. Електричне коло підсилює сигнал, і напруга збільшується до значення напруги живлення. При обертанні магніту утворюється напруга прямокутної форми.

Сенсор прискорення (рис. 2.21) (англ. Acceleration sensor) вимірює прискорення автомобіля в заданому напрямку.

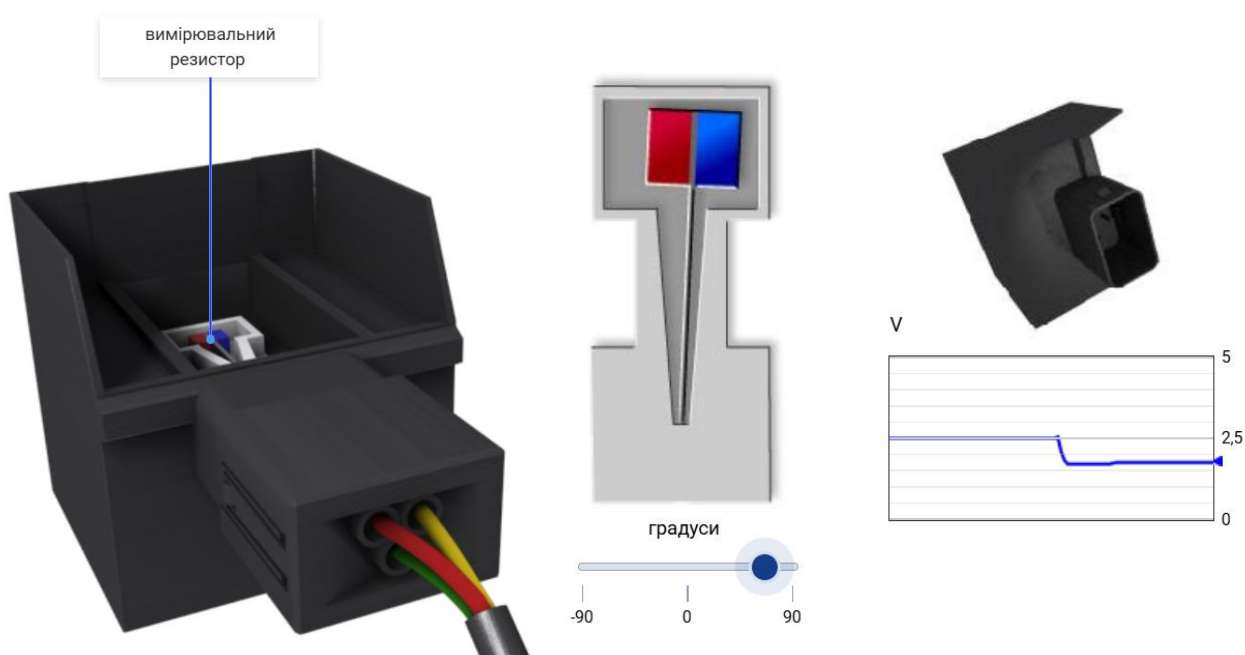


Рисунок 2.21 – Сенсор прискорення

На датчику прискорення знаходиться стрілка, що вказує напрямом, в якому вимірюється прискорення.

Датчик забезпечений вимірювальним елементом, який перетворює прискорення в електричний сигнал.

Існують різні види датчиків прискорення. Вибір датчика прискорення визначається типом прискорення, яке необхідно виміряти.

Датчик частоти обертання колеса - це зчитувальний пристрій (рис. 2.22). Датчик використовується для визначення частоти обертання колеса, прискорення і сповільнення.

Датчик розміщується у маточині колеса. На валу або підшипнику колеса є зубчаста шестерня. Зуби цієї шестерні рухаються поруч з датчиком.

Датчик складається з:

- ◆ корпусу
- ◆ котушки
- ◆ магніту
- ◆ м'якого металевого сердечника

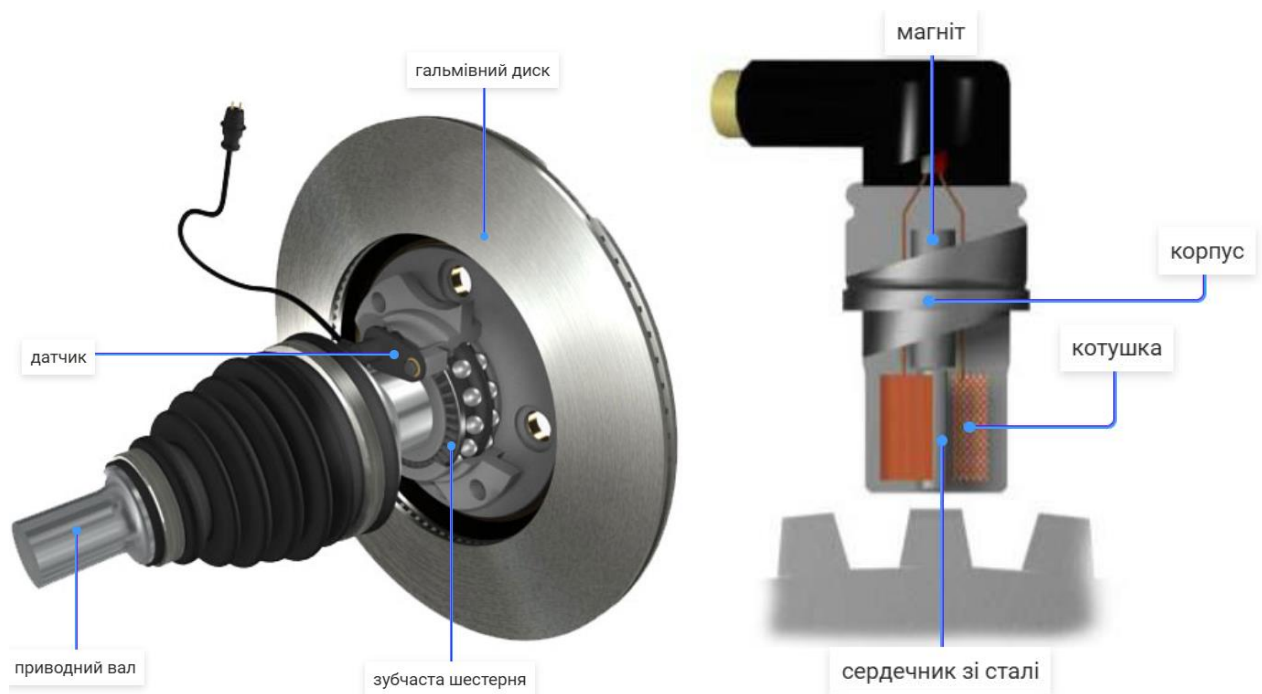


Рисунок 2.22 – Індуктивний сенсор частоти обертання

При обертанні валу зуби зубчастої шестерні по черзі проходять повз датчик. Магніт в датчику створює магнітне поле. Це магнітне поле постійно

змінюється, тому що зуби шестерні проходять повз датчик. Зміна магнітного поля генерує напругу в котушці датчика. Блок керування може визначати швидкість колеса, вимірюючи частоту напруги змінного струму.

Магніторезистивний датчик (рис. 23) (англ. Magneto Resistive Element, MRE) вимірює частоту обертання прискорення колеса.

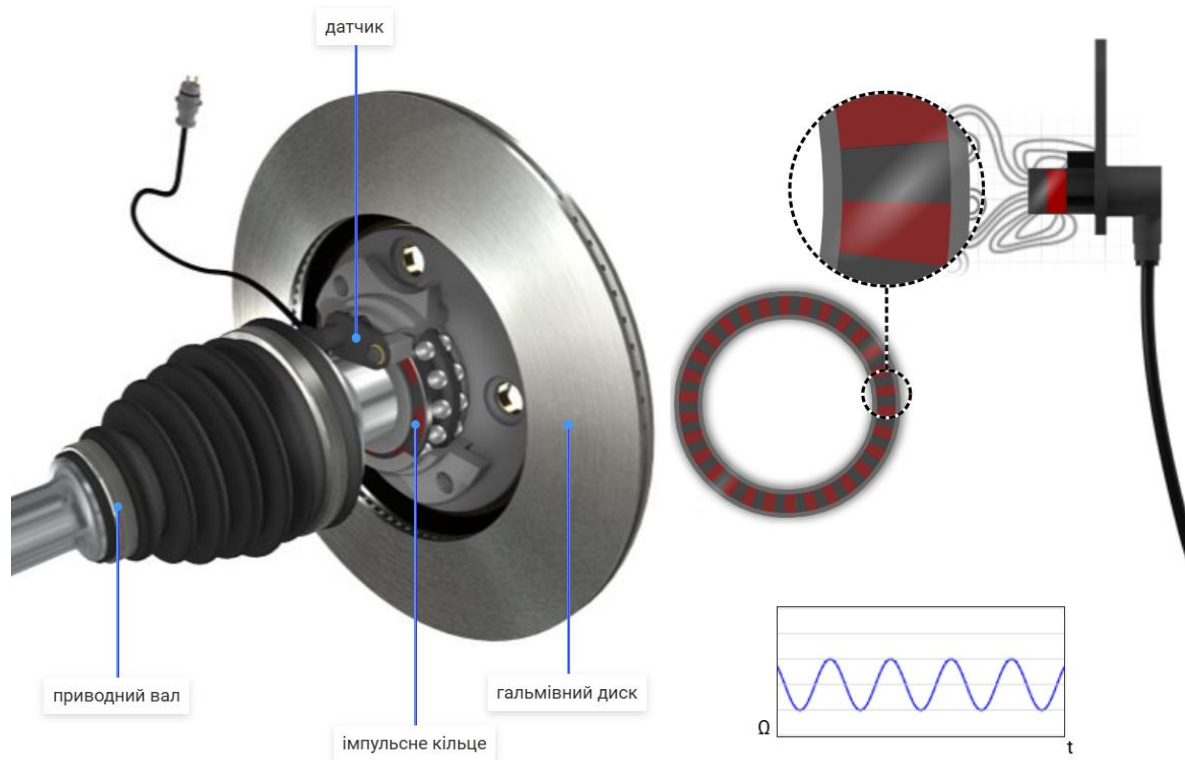


Рисунок 23 – Магніторезистивний сенсор частоти обертання і прискорення

Імпульсне кільце складається з північного і південного магнітних полюсів, які формують змінні магнітні поля.

Принцип роботи магніторезистивного датчика. З точки зору електроніки датчик колеса складається з двох компонентів.

- ◆ сенсорний компонент
- ◆ електронний компонент

Сенсорний компонент виготовлений з магніторезистивних елементів.

Кут між магнітним полем і напрямком струму, що проходить через резистори, змінюється пропорційно частоті обертання колеса.

Завдяки цьому змінюється значення опору резистора MRE.

Електронний компонент гарантує перетворення значення опору в сигнал для блоку керування електронної системи динамічної стабілізації автомобіля.

Значення опору максимальне в куті, що дорівнює 0° , між напрямком струму, що протікає через резистор, і магнітне поле.

Значення опору мінімальне в куті, що дорівнює 90° , між напрямком струму, що проходить через резистор, і магнітне поле.

Магніторезистивний колісний датчик подає сигнал зі статичного положення. В результаті, на додаток до антиблокувальної системи (АБС, англ. Anti-lock braking system, ABS) Ви можете встановити і інші системи, такі як протибуксувальна система (Automatic Slip Regulation, ASR), система контролю крутного моменту (Modulate System Regulation, MSR) і система динамічної стабілізації (англ. Electronic Stability Program, ESP).

Коли магнітні полюси імпульсного кільця проходять через приймальний елемент MRE, значення опору приймального елемента змінюється. Ця зміна опору перетворюється електронною частиною датчика в квадратно-хвильовий постійний струм.

В результаті блок керування вимірює не силу струму, а напруги. Блок керування вимірює напругу за допомогою паралельного резистора, який розташований поряд з датчиком.

2.7 Типові несправності сенсорів і їх вплив на функціонування автомобіля

У сучасних автомобілях більшість систем контролю та регулювання роботи двигуна, трансмісії, підвіски, гальмівної системи, безпеки та комфорту базуються на показниках, що надходять від різноманітних сенсорів. Порушення в роботі хоча б одного з них може суттєво вплинути на загальну працездатність автомобіля. Нижче наведено основні типи несправностей сенсорів та їхні наслідки.

Відсутність сигналу (повний вихід з ладу). Коли сенсор повністю перестає передавати інформацію в блок управління, система зазвичай

переходить у аварійний (резервний) режим роботи. Наприклад, при відмові датчика положення дросельної заслінки або масового витратоміра повітря ЕБУ переходить на заздалегідь запрограмовані значення, що дозволяє запустити двигун, але значно погіршує динаміку, економічність та токсичність вихлопу. Якщо повністю відмовляє датчик положення колінвалу або розподільного валу, двигун взагалі не запускається, оскільки неможливо синхронізувати подачу палива та іскри.

Похибки вимірювання (зсув показників), коли сенсор видає некоректні, але фізично можливі значення. Наприклад, MAP-сенсор завищує або занижує тиск у колекторі через забруднення мембрани або пошкодження електроніки. В результаті двигун отримує неправильну кількість палива, що призводить до перевитрати пального, зниження потужності, детонації або збільшення викидів шкідливих речовин.

Періодичні збої (нестабільність сигналу часто зумовлені поганим контактом у роз'ємах, пошкодженням проводки, тріщинами в елементі сенсора. Вони проявляються як короткочасні пропуски сигналу або різкі стрибки значень. Наприклад, збій у роботі датчика кисню може викликати нерівномірну роботу двигуна, нестабільність холостого ходу та складності з переходом на різні режими навантаження.

Застрягання сигналу (заморожені дані), іноді сенсор «зависає» на певному значенні. Наприклад, датчик температури охолоджувальної рідини може постійно передавати сигнал, що температура становить 20 °С, незалежно від реального прогріву двигуна. В такому випадку ЕБУ надмірно збагачує паливну суміш, що призводить до збільшення витрати палива, зносу каталізатора та погіршення запуску гарячого двигуна.

Механічні ушкодження, до них відносяться тріщини в корпусі, порушення герметичності, забруднення чутливого елемента. Наприклад, забруднений MAF-сенсор (датчик масової витрати повітря) починає неправильно вимірювати об'єм повітря, що надходить, внаслідок чого двигун працює нестабільно, особливо при прискореннях або на високих обертах.

Електричні ушкодження, перепади напруги, короткі замикання, порушення ізоляції можуть призводити як до повного виходу сенсора з ладу, так і до некоректної роботи через паразитні сигнали або зміщення опорної напруги. Наприклад, ушкодження нагрівального елемента лямбда-зонду унеможлиблює нормальне регулювання суміші на холостому ходу.

Чутливість до навколишнього середовища, деякі сенсори сильно реагують на забруднення, вологу, перепади температур, вібрації та агресивні хімічні речовини. Наприклад, датчик детонації при пошкодженні ізоляції може сприймати сторонні звуки як детонацію, через що ЕБУ починає зайво коригувати кут запалювання, знижуючи потужність двигуна.

Загалом, порушення в роботі сенсорів призводять до порушення роботи основних систем автомобіля: двигуна, коробки передач, систем безпеки (ABS, ESP), клімат-контролю, паливної економічності та екологічних норм. Саме тому діагностика сенсорів є одним із ключових елементів обслуговування сучасних автомобілів. Всі несправності і наслідки ми об'єднали у таблицю 2.1.

Типові несправності автомобільних сенсорів поділяються на повний вихід з ладу (відсутність сигналу), похибки вимірювань, періодичні збої, зависання показників, механічні, електричні ушкодження та вплив зовнішнього середовища. Основними наслідками їх роботи є порушення точності подачі палива, перевитрата пального, зниження потужності, нестабільна робота двигуна, проблеми з запуском, погіршення екологічних показників та у крайніх випадках — неможливість запуску двигуна.

Таблиця 2.1 – Типові несправності сенсорів і їх вплив на функціонування автомобіля

№	Тип несправності	Опис несправності	Вплив на функціонування автомобіля
1	Відсутність сигналу (повний вихід з ладу)	Сенсор перестає подавати будь-який сигнал до блоку управління.	Перехід системи у аварійний режим роботи; нестабільна робота двигуна; в окремих випадках (наприклад, при несправності датчика положення колінвалу) — неможливість запуску двигуна.
2	Похибки вимірювання (зсув показників)	Сенсор видає некоректні, але допустимі за значенням показники.	Неправильний склад паливної суміші, збільшена витрата палива, зниження потужності, детонація, підвищення токсичності вихлопу.
3	Періодичні збої (нестабільність сигналу)	Сигнал сенсора переривається або стрибкоподібно змінюється через проблеми з контактами, проводкою, самим сенсором.	Перебої в роботі двигуна, нестабільність холостого ходу, провали при розгоні, складності при переходах між режимами навантаження.
4	Застрягання сигналу (заморожені дані)	Сенсор постійно видає одне й те саме значення, незалежно від реальної зміни параметрів.	Погіршення запуску двигуна, надмірне збагачення суміші, перевитрата палива, прискорене зношення каталізатора.
5	Механічні ушкодження	Тріщини корпусу, порушення герметичності, забруднення чутливого елемента.	Некоректні показники, погіршення роботи двигуна, особливо при різких навантаженнях, нестабільна робота у широкому діапазоні обертів.
6	Електричні ушкодження	Замикання, обриви, пробіи ізоляції, збої в живленні сенсора.	Відмова або нестабільність роботи сенсора, помилкові сигнали, проблеми з підготовкою паливної суміші, запалюванням та екологічними параметрами.
7	Чутливість до навколишнього середовища	Вплив температурних коливань, вологості, агресивних середовищ, вібрацій.	Хибна робота сенсора, некоректна реакція системи на зовнішні умови, помилки у регулюванні кутів запалювання, зниження потужності.

3 НЕДОЛІКИ МЕТОДІВ ПЕРЕВІРКИ СЕНСОРІВ, УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ СЕНСОРІВ

3.1 Виявлення недоліків у сучасних методах перевірки сенсорів

У сучасній практиці технічного обслуговування та ремонту автомобілів перевірка сенсорів є важливою складовою діагностичних робіт. Існує декілька основних методів тестування: використання бортових систем самодіагностики (OBD-II), ручні вимірювання параметрів сенсорів (напруга, опір, частота), тестування осцилографом, застосування емуляторів і стендів перевірки. Проте кожен із методів має ряд характерних недоліків, які знижують загальну ефективність діагностики.

По-перше, значна частина несправностей сенсорів є прихованими або нестабільними. Наприклад, збої, пов'язані з поганими контактами в роз'ємах, міжвитковими замиканнями або періодичними збоями елементів схеми, часто не фіксуються під час стандартної перевірки мультиметром у статичному режимі. У такому випадку діагностика вимагає динамічних випробувань або тривалого моніторингу параметрів під час реальної роботи двигуна, що не завжди можливо в умовах сервісних центрів.

По-друге, використання систем самодіагностики OBD-II обмежується лише виявленням грубих збоїв, які викликають суттєве відхилення сигналів сенсорів або повну їх відмову. Водночас OBD не завжди реагує на поступове погіршення чутливості сенсора, дрейф характеристик через старіння або забруднення чутливого елемента. Таким чином, багато несправностей накопичуються та залишаються поза увагою системи до появи серйозних симптомів у роботі автомобіля.

По-третє, ручні методи перевірки потребують високої кваліфікації персоналу. Для коректної інтерпретації результатів діагност має розуміти принцип роботи конкретного сенсора, його номінальні параметри, особливості електронної схеми автомобіля. Низький рівень підготовки спеціалістів часто

призводить до неправильних висновків, зайвої заміни робочих компонентів або пропуску реальних проблем.

По-четверте, частина сучасних сенсорів має складну внутрішню структуру з цифровим виходом, вбудованими підсилювачами та блоками обробки сигналів. Зовнішній доступ до внутрішніх елементів таких сенсорів обмежений, а прості вимірювання електричних параметрів на роз'ємах не дають повної інформації про їх працездатність. Для якісної діагностики таких сенсорів потрібне спеціалізоване обладнання, яке часто відсутнє в невеликих сервісах.

По-п'яте, методи перевірки часто не враховують вплив зовнішніх факторів: температури, вологості, вібрацій, які можуть бути критичними для точності вимірювань. Наприклад, при перевірці датчика температури охолоджувальної рідини в умовах холодного запуску проявляються одні несправності, тоді як при нагріванні – інші. Більшість існуючих методик не забезпечують такої комплексної оцінки роботи сенсорів в різних режимах.

По-шосте, ще одним суттєвим недоліком є відсутність уніфікованих процедур перевірки для різних моделей автомобілів. Кожен виробник використовує власні протоколи, специфікації та навіть конструкції сенсорів. Це ускладнює універсалізацію діагностичних процедур та вимагає додаткових знань і програмного забезпечення для кожної конкретної моделі авто.

Отже, існуючі методи перевірки автомобільних сенсорів не завжди дозволяють оперативно, точно й об'єктивно оцінити їхній технічний стан. Це створює об'єктивну потребу в удосконаленні методик, розробці більш точних, адаптивних, комплексних підходів до діагностики, які враховуватимуть як фізичні особливості роботи кожного сенсора, так і специфіку конкретних умов експлуатації автомобіля.

По недоліках ми склали таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Недоліки сучасних методів діагностики сенсорів

№	Недолік сучасних методів	Суть проблеми	Наслідки
1	Виявлення лише статичних несправностей	Багато збоїв проявляються тільки під час роботи в динаміці	Недовиявлення прихованих або періодичних несправностей
2	Обмеженість системи OBD-II	Реєстрація лише серйозних відхилень параметрів	Пропуск початкових стадій старіння або забруднення сенсора
3	Високі вимоги до кваліфікації персоналу	Необхідність глибоких знань принципів роботи сенсорів	Помилки в діагностиці, зайва заміна справних сенсорів
4	Складність конструкції сучасних сенсорів	Неможливість вимірювань простими приладами через цифрові виходи й внутрішню обробку	Недостатність стандартних засобів діагностики
5	Ігнорування зовнішніх умов експлуатації	Залежність точності роботи сенсора від температури, вологості, вібрацій	Неповна оцінка роботи сенсорів у реальних умовах
6	Відсутність уніфікованих методик	Різноманіття стандартів і протоколів у різних виробників	Ускладнення діагностики різних марок та моделей автомобілів

3.1 Обґрунтування необхідності вдосконалення методики діагностики

З розвитком автомобільних технологій роль електронних систем керування стає все більш визначальною для забезпечення надійної, ефективної та безпечної роботи транспортних засобів. Центральне місце у цих системах займають численні сенсори, які безперервно передають інформацію про поточний стан агрегатів автомобіля, навколишнього середовища та параметри руху. Від точності та достовірності показників сенсорів залежить робота систем запалювання, подачі пального, керування трансмісією, стабілізації

руху, гальмування, екологічного контролю та багатьох інших підсистем автомобіля.

Незважаючи на зростаючу кількість сенсорів та ускладнення їх конструкції, існуючі методи їхньої діагностики не завжди забезпечують достатній рівень достовірності та повноти перевірки. Як показано у попередньому розділі, сучасні діагностичні підходи часто мають ряд обмежень, зокрема: виявляють лише грубі або явні відмови, не фіксують поступові зміни параметрів, вимагають високої кваліфікації персоналу, а також часто не враховують специфіку роботи сенсорів в різних умовах експлуатації.

З огляду на ці обставини виникає об'єктивна необхідність вдосконалення методик діагностики автомобільних сенсорів. Одним із основних чинників є прагнення до підвищення точності виявлення як явних, так і прихованих несправностей. Раннє виявлення поступового старіння, зносу або деградації сенсорів дозволить своєчасно провести їх заміну або ремонт, запобігши подальшому розвитку серйозних відмов у роботі автомобіля.

Крім того, вдосконалення методики має забезпечити універсальність підходів до діагностики різних типів сенсорів на автомобілях різних виробників. Це особливо актуально в умовах сучасних СТО, де обслуговуються транспортні засоби різних марок та моделей з різною схемою побудови електронних систем. Уніфікація дозволить спростити діагностику, зменшити витрати часу та підвищити ефективність роботи сервісного персоналу.

Ще одним важливим аспектом є необхідність врахування реальних умов експлуатації автомобіля. Удосконалена методика має дозволяти оцінювати роботу сенсорів не лише в лабораторних чи сервісних умовах, а й у реальних динамічних режимах роботи двигуна та систем автомобіля. Саме під час прискорень, гальмувань, зміни навантаження, температурних перепадів виявляються багато несправностей, які не фіксуються при статичних тестах.

Крім технічних аспектів, слід враховувати і економічні фактори. Недосконалість існуючих методів діагностики призводить до необґрунтованих витрат на заміну справних вузлів, помилкових ремонтів та зниження рівня задоволеності власників автомобілів. Запровадження більш точних та ефективних діагностичних підходів дозволить знизити ці витрати та підвищити якість обслуговування.

Особливу увагу в удосконаленій методиці слід приділяти комплексному підходу до аналізу параметрів сенсорів. Для цього необхідно використовувати сучасні комп'ютерні засоби аналізу, моделювання, а також багатоканальні реєстратори, здатні фіксувати сигнали в реальному часі з високою роздільною здатністю. Такий підхід дозволяє побачити повну картину роботи сенсора на всіх режимах і з високою точністю виявити навіть початкові відхилення від норми.

Розглянемо це у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Необхідність вдосконалення методики діагностики

№	Причина необхідності вдосконалення	Суть проблеми	Очікуваний результат удосконалення
1	Низька точність виявлення прихованих несправностей	Не фіксуються початкові ознаки старіння, забруднення, зносу сенсорів	Раннє виявлення та запобігання серйозним поломкам
2	Обмеження існуючих методів	Виявляються лише грубі або повні відмови	Повна оцінка технічного стану сенсорів
3	Необхідність високої кваліфікації персоналу	Складність діагностики для молодосвідчених фахівців	Спрощення діагностики, зниження впливу людського фактору
4	Відсутність уніфікації методик	Різні виробники — різні підходи до перевірки сенсорів	Стандартизація та універсальна діагностика
5	Відсутність динамічної перевірки	Неможливість виявити несправності в реальних умовах експлуатації	Комплексна оцінка роботи сенсорів у всіх режимах
6	Економічні втрати	Помилкові ремонти, зайва заміна робочих сенсорів	Зниження витрат, підвищення якості сервісу
7	Потреба в сучасних засобах аналізу	Недостатня точність простих вимірвальних приладів	Застосування комп'ютерного аналізу та моделювання для підвищення точності

Таким чином, вдосконалення методики діагностики автомобільних сенсорів є актуальною задачею, яка дозволить підвищити надійність функціонування автомобіля, покращити якість технічного обслуговування, знизити витрати та підвищити безпеку дорожнього руху.

3.3 Опис запропонованої методики та її інструментального забезпечення

Зважаючи на виявлені недоліки у діючих методиках перевірки автомобільних сенсорів, пропонується вдосконалений комплексний підхід до діагностики, який дозволяє більш точно та ефективно виявляти як явні, так і приховані несправності в роботі сенсорів. Основною особливістю цієї методики є поєднання традиційних діагностичних процедур із сучасними комп'ютеризованими засобами збору та аналізу даних у динамічних режимах роботи автомобіля.

Запропонована методика базується на декількох ключових етапах діагностики:

1. Первинна перевірка за допомогою штатної бортової системи OBD-II. На цьому етапі здійснюється зчитування наявних кодів помилок, що дозволяє виявити грубі та явні відмови сенсорів, які фіксуються електронним блоком керування (ЕБУ). Однак, як показано раніше, ця перевірка є лише попереднім етапом і не дає повної картини стану сенсорів.

2. Ручна перевірка електричних характеристик сенсорів. На даному етапі виконуються стандартні вимірювання напруги, опору, частоти чи сигналу PWM (широко-імпульсна модуляція), залежно від типу сенсора. Для цього застосовуються мультиметри, осцилографи, частотоміри. Перевіряється живлення сенсора, правильність з'єднань, наявність коротких замикань чи обривів.

3. Динамічна перевірка в реальних режимах експлуатації. На цьому етапі використовуються портативні реєстратори або діагностичні сканери з функцією реєстрації параметрів у реальному часі (Data Logging). Сенсори

перевіряються безпосередньо під час роботи автомобіля в різних режимах: на холостому ходу, при розгоні, під навантаженням, під час гальмування тощо. Це дозволяє виявити відхилення, які проявляються лише під час динамічного навантаження.

4. Комплексна комп'ютерна обробка отриманих даних. Зібрані в процесі динамічних випробувань дані передаються до комп'ютерної системи обробки. Програмне забезпечення дозволяє побудувати графіки роботи сенсорів, визначити дрейф показників, виявити нестабільність сигналу, шуми та короткочасні пропуски. При необхідності здійснюється порівняння з еталонними характеристиками.

5. Формування висновків та рекомендацій. На основі всебічного аналізу даних робиться об'єктивний висновок про технічний стан сенсора: справний, працездатний з погіршеними параметрами або несправний. Формуються рекомендації щодо необхідності заміни або подальшого моніторингу роботи конкретного елемента.

Підсумуємо це у таблиці 3.3.

Для реалізації запропонованої методики необхідне відповідне інструментальне забезпечення, яке включає (табл. 3.4):

- універсальні діагностичні сканери з підтримкою розширених функцій зчитування параметрів у реальному часі;
- мультиметри з високою точністю вимірювань;
- цифрові осцилографи з можливістю роботи у польових умовах;
- переносні реєстратори даних (Data Logger), здатні записувати сигнали сенсорів під час руху автомобіля;
- спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу отриманих даних, побудови графіків та виявлення аномалій;
- набір діагностичних емуляторів для перевірки реакції ЕБУ на зміну параметрів сенсорів;
- універсальні кабелі, адаптери, з'єднувальні модулі для роботи з різними марками автомобілів.

Таблиця 3.3 – Запропоновані етапи діагностики автомобільних сенсорів

№	Етап діагностики	Опис етапу	Необхідне обладнання	Мета
1	Первинна перевірка через OBD-II	Зчитування кодів помилок із блоку керування двигуном	OBD-II сканер	Виявлення грубих або критичних відмов
2	Ручна перевірка електричних параметрів	Вимірювання напруги, опору, частоти сигналу на виході сенсора	Мультиметр, осцилограф, частотомір	Визначення фізичної справності сенсора
3	Динамічна перевірка під навантаженням	Аналіз поведінки сенсора під час роботи двигуна в різних режимах	Data Logger, OBD-сканер з Live Data	Виявлення нестабільностей, що не проявляються в статичних умовах
4	Комп'ютерна обробка даних	Побудова графіків, порівняння з еталонними значеннями, пошук аномалій	ПК, спеціалізоване ПЗ для аналізу сигналів	Глибокий аналіз роботи сенсора
5	Висновки і рекомендації	Формування висновків щодо технічного стану, подальші дії	Результати попередніх етапів	Надання рекомендацій з ремонту, заміни або моніторингу

Ось опис конкретних комп'ютерних систем і програмного забезпечення, які часто застосовуються для обробки даних діагностики автомобільних сенсорів:

OBD-II Сканери з ПЗ для ПК, Багато сучасних OBD-II сканерів поставляються з власним програмним забезпеченням для комп'ютерів, яке дозволяє зчитувати коди помилок, вести моніторинг живих параметрів (Live Data), записувати лог-файли і виконувати базовий аналіз даних. Приклади таких систем:

ELM327 з програмами Torque, ScanMaster — популярний адаптер з простим ПЗ для візуалізації параметрів;

OBDLink MX+ з власним софтом для більш глибокого аналізу і налаштувань.

Виробники автомобілів пропонують спеціалізоване програмне забезпечення, яке працює у тісній взаємодії з їхніми діагностичними інструментами. Воно забезпечує глибокий доступ до блоків управління, включаючи розширені параметри сенсорів:

VCDS (VAG-COM) — для автомобілів групи Volkswagen, Audi, Skoda;

Techstream — для Toyota і Lexus;

INPA, ISTA — для BMW.

Для поглибленого аналізу, побудови графіків, статистичного оброблення та виявлення аномалій використовуються універсальні програми:

MATLAB/Simulink — потужний інструмент для обробки сигналів, моделювання і аналізу динамічних процесів;

LabVIEW — середовище для створення систем збору і обробки даних із широкими можливостями візуалізації і автоматизації;

Python (з бібліотеками numpy, pandas, matplotlib) — відкритий інструмент для обробки даних і візуалізації результатів.

Системи реєстрації даних (Data Logger Software). Для роботи з переносними реєстраторами даних використовуються спеціалізовані програми, що підтримують імпорт і аналіз файлів логів, наприклад:

RaceChrono — популярне ПЗ для аналізу параметрів автомобіля в реальному часі;

Aim Race Studio — професійний пакет для автоспорту, з детальним аналізом сенсорних даних.

Деякі компанії розробляють комплексні платформи, які поєднують апаратні та програмні рішення для автоматизованої діагностики і прогнозування стану сенсорів, наприклад:

Autel MaxiSys — професійна діагностична система з великим спектром функцій;

Launch X431 — багатофункціональний сканер з інтегрованим ПЗ для глибокої діагностики.

Ці системи та ПЗ дозволяють забезпечити багаторівневий аналіз технічного стану сенсорів, підвищуючи точність та надійність діагностики, що є важливою складовою запропонованої методики.

Таблиця 3.4 – Інструментальне забезпечення

№	Інструмент	Призначення	Особливості
1	OBD-II сканер з розширеними функціями	Зчитування кодів помилок, перегляд параметрів у реальному часі	Підтримка протоколів різних виробників, Live Data
2	Мультиметр	Вимірювання напруги, опору, струму на контактах сенсорів	Висока точність, режим діагностики діодів, перевірка ланцюгів живлення
3	Осцилограф	Аналіз форми електричних сигналів сенсорів	Відображення швидкоплинних процесів, виявлення шумів, сплесків
4	Частотомір	Вимірювання частоти вихідного сигналу (для деяких типів сенсорів)	Для перевірки сенсорів швидкості, масової витрати повітря тощо
5	Data Logger (реєстратор даних)	Запис параметрів сенсорів під час реальної експлуатації	Тривала реєстрація даних у динаміці, автономна робота
6	Комп'ютер з програмним забезпеченням для аналізу	Обробка отриманих даних, побудова графіків, порівняння з еталонними даними	Виявлення прихованих несправностей, дрейфу показників
7	Емулятори сенсорів	Перевірка реакції ЕБУ на зміну сигналів сенсорів	Імітація роботи різних сенсорів для тестування
8	Універсальні адаптери та кабелі	Забезпечення підключення до різних систем автомобілів	Підтримка різних стандартів роз'ємів та протоколів

Запровадження такої комплексної методики дозволяє значно підвищити точність діагностики, скоротити час обстеження, знизити кількість помилкових висновків, мінімізувати витрати на невиправдані ремонти та заміни, а також підвищити загальну якість технічного обслуговування автомобілів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек і шкідливих факторів при виконанні робіт

Під час проведення робіт з діагностики та перевірки автомобільних сенсорів на станціях технічного обслуговування (СТО), в лабораторіях або майстернях працівники можуть піддаватися впливу ряду небезпечних та шкідливих виробничих факторів, серед яких:

- електричний струм (під час роботи з електронними системами автомобіля та діагностичним обладнанням);
- рухомі елементи транспортного засобу (обертові вали, ремені, вентилятори двигуна, колеса);
- підвищена температура (гарячі частини двигуна, системи вихлопу);
- токсичні речовини (вихлопні гази, паливно-мастильні матеріали, розчинники, електроліти);
- шум та вібрація (робота двигуна та діагностичного обладнання);
- недостатнє природне та штучне освітлення робочої зони;
- фізичне перенавантаження при маніпуляціях з інструментами та вузлами автомобіля;
- психофізіологічні навантаження, пов'язані з високою відповідальністю та точністю роботи.

Особливої уваги потребує робота з комп'ютерною технікою та діагностичним обладнанням. Під час аналізу сигналів сенсорів можуть виникати короткочасні імпульси високої напруги, електростатичні розряди, які здатні пошкодити діагностичні пристрої або завдати шкоди оператору при недотриманні правил безпеки.

4.2 Організаційні заходи безпеки

Щоб мінімізувати ризики для персоналу, необхідно дотримуватись таких організаційних заходів:

- проходження працівниками інструктажів з охорони праці, протипожежної безпеки та електробезпеки;
- проведення регулярних навчань і перевірки знань правил безпечного виконання робіт;
- організація робочих місць відповідно до вимог ДСТУ, СанПіН, нормативів з охорони праці та електробезпеки;
- забезпечення належного технічного стану діагностичного обладнання;
- наявність на робочих місцях аптечок першої допомоги, вогнегасників та евакуаційних схем.

Особливу увагу необхідно приділяти перевірці справності заземлення електронного обладнання для запобігання ураженню електричним струмом.

При роботі з обладнанням та автомобілем слід дотримуватись наступних технічних вимог:

- перед початком роботи перевірити справність діагностичного обладнання, кабелів та роз'ємів;
- при підключенні сканерів, осцилографів, мультиметрів та інших приладів забезпечити наявність захисного заземлення;
- використовувати ізолюючі інструменти та діелектричні рукавиці при роботі з електронікою автомобіля;
- уникати контакту зі струмоведучими частинами, що знаходяться під напругою;
- проводити діагностику автомобіля лише після надійної його фіксації (стояночне гальмо, колодки під колеса);
- не торкатись рухомих елементів двигуна під час його роботи.

Для забезпечення безпеки працівників при виконанні діагностичних робіт повинні використовуватись такі засоби індивідуального захисту:

- захисні окуляри для запобігання потрапляння оливи, пилу чи дрібних деталей;
- діелектричні рукавички для роботи з електричними ланцюгами;
- спецодяг (комбінезон, халат) з антистатичним покриттям;

- захисне взуття з антиковзною підошвою;
- респіратори (у разі роботи з токсичними речовинами).

Для збереження здоров'я персоналу та підвищення ефективності праці необхідно забезпечити:

- оптимальну температуру в робочій зоні (18-25 °С);
- рівень відносної вологості 40-60%;
- освітлення робочих місць не менше 300 лк при роботі з діагностичним обладнанням;
- перерви кожні 1,5-2 години при роботі з монітором для зменшення зорової втоми;
- шумовий фон в межах допустимих норм (до 80 дБ).

Дотримання вищезазначених заходів забезпечує безпечне проведення робіт з діагностики та дозволяє мінімізувати виробничі ризики під час вдосконалення методики перевірки автомобільних сенсорів.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Впровадження вдосконаленої методики перевірки автомобільних сенсорів спрямоване на підвищення якості технічного обслуговування транспортних засобів, зниження витрат на ремонт, покращення надійності автомобільної техніки та забезпечення більш точного виявлення несправностей на ранніх стадіях.

Сенсори автомобіля відіграють ключову роль у роботі сучасних систем управління, тому своєчасна і точна діагностика дозволяє попередити дороговартісні відмови систем двигуна, трансмісії, гальмівних систем, систем безпеки та екологічних норм.

Основні переваги запропонованої методики

- підвищення точності діагностики до 95–98%;
- скорочення часу діагностики на 20–30% у порівнянні з традиційними методами;
- зменшення кількості неправильно замінених або справних, але підозрілих сенсорів;
- зниження витрат на ремонт через раннє виявлення прихованих дефектів;
- розширення спектру виявлюваних несправностей, зокрема динамічних і міжмиттєвих;
- підвищення довіри клієнтів до СТО завдяки високій якості обслуговування.

Для впровадження методики необхідно придбати відповідне обладнання. Оцінимо приблизні витрати (табл. 5.1).

Таким чином, орієнтовна сума інвестицій для одного робочого місця становить близько 105 000 грн.

Враховуючи середній потік автомобілів (наприклад, 3-4 діагностики в день), а також враховуючи:

- додатковий прибуток за рахунок розширення спектру послуг (поглиблена діагностика) — близько 400 грн за діагностику;

- щомісячний дохід: 20 робочих днів × 4 автомобілі × 400 грн = 32 000 грн;
- окупність: 105 000 грн / 32 000 грн ≈ 3,3 місяці.

Таблиця 5.1 – Приблизні витрати

Найменування обладнання	Кількість	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
OBD-II сканер професійний	1 шт	15 000	15 000
Осцилограф портативний	1 шт	25 000	25 000
Мультиметр високоточний	1 шт	5 000	5 000
Data Logger	1 шт	20 000	20 000
Емулятор сенсорів	1 шт	10 000	10 000
Програмне забезпечення для обробки	1 компл	20 000	20 000
Додаткові кабелі, адаптери, розхідні матеріали	-	5 000	5 000
Навчання персоналу	-	5 000	5 000
Разом	-	-	105 000

Таким чином, інвестиції окупаються протягом приблизно 3–4 місяців роботи. Подальша експлуатація методики забезпечить стабільний дохід підприємству.

Окрім прямого економічного ефекту, впровадження методики забезпечує:

- покращення іміджу СТО;
- зменшення кількості повторних звернень клієнтів;
- економію коштів клієнтів шляхом запобігання необґрунтованій заміні справних вузлів;
- зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище за рахунок підтримання роботи двигуна у оптимальних режимах.

ВИСНОВКИ

У розділі 1 було розглянуто класифікацію та функції основних типів сенсорів, які використовуються в сучасних автомобілях. Проаналізовано принципи їх дії та роль у забезпеченні коректної роботи двигуна та інших систем автомобіля. Визначено найбільш критичні сенсори, без яких запуск двигуна та стабільна робота автомобіля неможливі.

У 2 розділі проведено детальний огляд існуючих методик діагностики сенсорів, виявлено основні обмеження та недоліки, зокрема недостатню точність, відсутність динамічного аналізу та складність виявлення прихованих несправностей. Визначено необхідність удосконалення методів діагностики, що дозволить покращити своєчасне виявлення несправностей та підвищити надійність автомобіля. Проаналізовано наслідки несправностей сенсорів для роботи автомобіля, що підкреслює важливість якісної діагностики.

У 3 розділі запропоновано комплексну методику діагностики, яка включає первинну перевірку через OBD-II, ручний контроль параметрів сенсорів, динамічний аналіз в реальному часі та комп'ютерну обробку з використанням сучасного програмного забезпечення. Описано необхідне інструментальне забезпечення: універсальні діагностичні сканери, мультиметри, осцилографи, реєстратори даних, комп'ютерні системи та спеціалізоване ПЗ. Вказано, що впровадження запропонованої методики дозволить підвищити точність і швидкість діагностики, знизити кількість помилкових висновків і економити ресурси при технічному обслуговуванні автомобілів.

Окрім прямого економічного ефекту, впровадження методики забезпечує: покращення іміджу СТО, зменшення кількості повторних звернень клієнтів, економію коштів клієнтів шляхом запобігання необґрунтованій заміні справних вузлів, зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище за рахунок підтримання роботи двигуна у оптимальних режимах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання кваліфікаційних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», Дубляни, 2023
2. Bosch Automotive Handbook. 10th Edition. — Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018. — 1552 p.
3. Назаренко М. М. Основи технічної експлуатації автомобілів: навч. посібник. — Харків: ХНАДУ, 2019. — 240 с.
4. Кузьменко А. П. Електронні системи автомобілів: навчальний посібник. — К.: Ліра-К, 2017. — 296 с.
5. SAE International. On-Board Diagnostics Standards Summary. — SAE International, 2020. — 144 p.
6. OBD-II: Theory & Operation. — Detroit: Motor Information Systems, 2017. — 168 p.
7. Tschöke H., Schwarz C. Automotive Sensors. — Berlin: Springer Vieweg, 2016. — 378 p.
8. Сажко В. А. С14 Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. Київ. Каравела, 2008. 400 с. ISBN 966-96331-1-7
9. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навчальний посібник (частина I) / Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 145 с.
10. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с.
11. Малинівський С. М. Загальна електротехніка Львів: НУ «Львівська політехніка», 2001, 596 с.
12. Electude - Light Vehicle - Essentials
https://lnau.electude.eu/bundelist_10301671 (дата звернення 31.05.2023 р.)

13. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – К., 2012. - 357 с.
14. Інструкція з використання Launch X431 <https://motorstate.com.ua/upload/product-manual/Launch-X431-Pro-user-manual>
15. 1. Шевчук Р. С. Експлуатаційні показники автомобілів: посібник з ви-конання практичних і лабораторних робіт. Львів: Львівський національний університет природокористування, 2023. 157 с. Деп. у ДНТБУК-раїни 04.08.2023, №365 - РІД(н)/Ук-2023 (з оприлюдненням).
16. ДСТУ 12.1.004-01. ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги. Київ.Видавництво стандартів, 2002.
17. ДСТУ 12.4.113-02. ССБТ. Роботи навчальні лабораторні. Загальні вимоги безпеки. Київ.: Видавництво стандартів, 2002.
18. Лехман С.Д., Целинський В.П., Козирев С.М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві: Запитання і відповіді. Київ: Урожай, 1998. 400с.
19. Лехман С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 2008. 267с.
20. Мельник Л.Г. Економіка енергетики: навч. посіб. Суми: ВТД «Університетська книга», 2012. 238с.