

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ І ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістерського рівня освіти

на тему: «Дослідження параметрів роботи газорозподільчого
механізму бензинового двигуна»

Виконав: студент VI курсу групи Ат-63
Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Богдан МОСКВА

(ім'я та прізвище)

Керівник: Мирон МАГАЦ

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 631.359.1: 89

Москва Б. В. Дослідження параметрів роботи газорозподільчого механізму бензинового двигуна: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 60с.

Табл. 1; рис. 18; бібліогр. джерел 27

Представлено методику використання віртуального середовища "Electude", для аналізу електронних елементів газорозподільчого механізму. Розрахована масова витрата (швидкість руху) впускного повітря через впускний клапан механізму газорозподілу за одиницю часу.

Представлено електронне обладнання у віртуальному середовищі "Electude" та проаналізовано вхідні і вихідні сигнали сенсора кисню, ширину імпульсу інжекторів за несправної роботи давача обертів розподільчого валу.

Описано заходи з техніки безпеки та охорони праці, при дистанційній комп'ютерній діагностиці автомобіля з електронним блоком управління.

Проведено оцінку економічних витрат у разі неправильної роботи газорозподільчого механізму, які складають близько 23314,50 грн./ рік.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. РОЗДІЛ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	8
1.1 Робота та керування газорозподільчим механізмом двигуна	8
1.2 Особливості конструкції газорозподільчого механізму	10
1.2.1 Складові елементи газорозподільчого механізму.....	11
1.3 Класифікація механізмів газорозподілу	16
1.4 Існуючі приводи газорозподільчого механізму.....	17
1.5 Особливості гільзового розподільчого механізму.....	18
1.6 Система газорозподілу ДОНС з трьома і більше клапанами на циліндр..	19
1.7 Особливості давача фаз	21
Висновки до розділу 1.....	22
2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Обґрунтування швидкості руху повітряних мас у системі впуску	23
2.2 Тепловий баланс досліджуваного двигуна за неякісної роботи давача фаз.....	27
Висновки до розділу 2.....	30
3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1 Характеристики газорозподільчого механізму двигуна	31
3.2 Ознаки несправності датчика фаз	32
3.3 Методи діагностування та результати досліджень газорозподільчого механізму двигуна	33
3.4 Використання віртуального середовища «Electude» для дослідження давача фаз інжекторного двигуна	37
Висновки до розділу 3.....	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Небезпечні ситуації під час виконання комп'ютерної та дистанційної діагностики автомобіля	40
4.2 Пожежна безпека.....	42
4.3 Охорона праці персоналу	45

4.4 Організаційно-технічні рекомендації	46
Висновки до розділу 4.....	50
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
5.1 Економічні витрати.....	51
5.2 Вплив електронного давача фаз на економічність роботи бензинового двигуна	52
5.3 Дослідження експлуатаційних витрат автомобіля, за некоректної роботи давача фаз.....	52
Висновки до розділу 5.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	56
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Сучасний етап розвитку світової автомобільної індустрії, визначається наданням високих споживчих характеристик автомобілів, як на етапах їх розробки та виробництва, так і під час експлуатації. Основними факторами, що впливають на ефективність використання автотранспортних засобів, є надійність, екологічна безпека, паливна економічність та інші характеристики. Забезпечення високого рівня цих показників, є ключовим для конкурентоспроможності на світовому ринку. Технічний стан двигуна в значній мірі визначає ці параметри.

У зв'язку з технічною еволюцією конструкції автомобільних двигунів, широко використовуються електронні системи управління. Ці системи гарантують оптимальний хід робочих процесів у двигуні, та відповідно, підвищують ефективність експлуатації автотранспортних засобів загалом.

Інша особливість сучасної системи технічного обслуговування автомобілів, акцентується на підтримці механічних компонентів двигуна, залишаючи питання підтримки та відновлення ефективності ЕСУД без належної уваги. Однак саме від правильної роботи елементів електронної системи, залежать показники ефективності експлуатації двигуна та автомобіля у цілому.

Давач обертів розподільчого валу газорозподільчого механізму, виступає одним із важливих елементів ЕСУД. Зміна його технічного стану під час експлуатації, призводить до зниження потужності двигуна та збільшення витрати палива та токсичності випускних газів.

В зв'язку з цим, наша кваліфікаційна робота спрямована на максимальне використання можливостей елементів електронної системи управління двигуном, за допомогою встановлення закономірностей впливу технічного стану давача фаз на параметри автомобільних двигунів. Крім того, ми працюємо над розробкою методики якісного забезпечення цих елементів, що є актуальним завданням для автомобільного транспорту.

Таким чином, наші дослідження фокусуються на аналізі змін електричних імпульсів, що генеруються давачем фаз газорозподільчого механізму, що спрямовуються до електронного блоку управління.

Тому, **метою кваліфікаційної роботи**, є дослідження електричних імпульсів давача фаз, за різних швидкісних і температурних характеристик двигуна та вплив його на ширину імпульсу інжектора.

Для цього необхідно:

1. Провести техніко-економічне обґрунтування газорозподільчого механізму двигунів внутрішнього згорання, який оснащений електронним давачем фаз.

2. Теоретично обґрунтувати процес руху потоку повітря через впускний клапан системи газорозподілу.

3. Розрахувати тепловий баланс досліджуваного двигуна у випадку неналежної роботи давача фаз.

4. Дослідити вхідні та вихідні параметри вище вказаного давача, при різних швидкісних режимах роботи двигуна.

5. Представити опис заходів з охорони праці та безпеки, під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля та оцінити економічні витрати, пов'язані з низькою якістю функціонування газорозподільчого механізму.

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Робота та керування газорозподільчим механізмом двигуна

Управління газорозподілом, здійснюється за допомогою тарілчастих клапанів, які зазвичай мають привід від розподільчого валу. Ця система найбільш поширена на сучасних чотиритактних двигунах, а також потужних двотактних (з клапанно-щілинною продувкою, є тільки випускні клапани).

У даній конструкції ГРМ використовується клапан, що складається з тарілки (головки) та стрижня, який служить для відкриття та закриття впускних та випускних каналів. Головна перевага тарілчастого клапану, що дозволило йому досягти переважного поширення в даній галузі - простота забезпечення герметичності, під впливом тиску у камері згоряння. Тобто, його тарілка щільно притискається до сідла, тому для виключення витoku газів, цілком ретельно притерти ці деталі один до одного, причому зусилля, що створюється тиском у камері згоряння, спрямоване по осі стрижня клапана і не заважає йому переміщатися вздовж напрямної. При відкритті клапана, він зміщується щодо сідла на відстань, що називається висотою підйому клапана. При цьому, відкривається певний прохідний переріз, що визначається величиною висоти підйому, розмірами та формою клапана.

У більшості випадків, впускні клапани мають збільшений прохідний переріз, ніж випускні, що пояснюється високим тиском відпрацьованих газів, і збільшеною швидкістю їхнього руху, рис.1.1

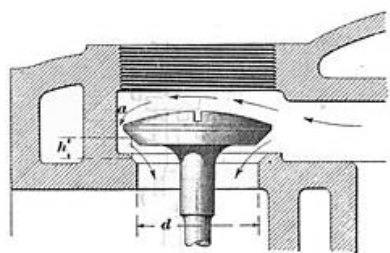


Рисунок 1.1 – Конструктивно-технологічна схема впускного клапану.

Раніше, приблизно до 1950-х років, клапани зазвичай виготовляли із звичайної вуглецевої або низьколегованої інструментальної сталі (наприклад, хромистої 40X), однак у міру вдосконалення двигунів та підвищення їх ступеня форсування, з'явилася необхідність застосування як мінімум для випускних клапанів, температура яких може досягати 600 - 850°C, спеціальних легованих жаростійких сталей, наприклад силхромової (40X10C2M / EI107, 40X9C2 / ECX8), X45CrNiW189, X53CrMnNi219, і інш..

Впускні клапани зазвичай мають температуру не вище 3 і хромонікелевих сталей.

Іноді, з метою здешевлення з жаростійкої сталі виготовляється тільки тарілка (головка) клапана, а стрижень - зі звичайної інструментальної, також на тарілках випускних клапанів іноді може проводитися додаткове наплавлення шару твердого жаростійкого сплаву, що підвищує термін служби клапана. У двигунах з великою тепловою напруженістю камери згоряння, можуть застосовуватися клапани з порожнистими стрижнями, заповненими натрієм - при роботі двигуна натрій плавиться і, перемішуючись, покращує тепловідведення від клапана [4]-[9].

Останнім часом, можуть використовуватися клапани з титанових сплавів, що поєднують жаростійкість з легкістю, що дозволяє зменшити інерцію деталей ГРМ.

Ще один метод боротьби з тепловою напруженістю випускних клапанів – нанесення на тарілку керамічного напилення, наприклад оксиду цирконію. Ефект зниження робочої температури може становити кількості градусів.

Виготовляються клапани шляхом гарячої висадки (об'ємного штампування) сталевого прутка, після чого піддаються механічній та термічній обробці [10] - [15].

Тарілка (головка) клапана може мати плоску (Т-подібну), опуклу або тюльпаноподібну (обтічну, з плавним переходом до стрижня) форму клапана з опуклою головкою. Іноді вони використовуються, як впускні, завдяки великій жорсткості та кращій обтічності з боку циліндра, що особливо

актуально в нижньоклапанному двигуні. Тюльпаноподібні клапани, раніше часто встановлювалися на впуску при великому діаметрі клапана, оскільки вважалося, що обтічна форма головки знижує опір потоку повітря, але згодом, приблизно з 1980-х років, від їх використання відмовилися, оскільки вони не давали значного ефекту, або навіть при тій же величині підйому погіршували наповнення циліндрів у порівнянні зі звичайними, за збільшеної складності виготовлення.

Головка клапана, має конічну робочу поверхню - запірну фаску, щільно притерту до фаски сідла (гнізда) клапана. Фаска на головці клапана виконується під кутом 30 або 45 °. Фаска в 45°, дає менший прохідний переріз при тому ж підйомі, ніж фаска в 30°, проте полегшує центрування клапана в сідлі і сприяє підвищенню жорсткості, тому 30-градусна фаска застосовується обмежено, зазвичай на впускних клапанах високофорсованих і спортивних двигунів. У деяких випадках, може застосовуватись подвійна фаска. Фаска піддається шліфуванню, а потім щільно притирається до сідла (гнізда). На нижньому (хвостовому) кінці стрижня клапана, виконуються кільцеві проточки, призначені для кріплення тарілок клапанних пружин, що зазвичай здійснюється за допомогою конічних сухарів (рідше – поперечною шпилькою або різьбленні). Іноді підвищення терміну служби клапана, тарілка клапанної пружини оснащується стійким підшипником, що допускає вільне обертання клапана навколо своєї осі, під час роботи двигуна. Раніше, на хвостовій частині стрижня клапана, іноді виконували кільцеву виточку під запобіжний кільце, що запобігало клапану провалитися в циліндр, у випадку появи тріщини на пружині.

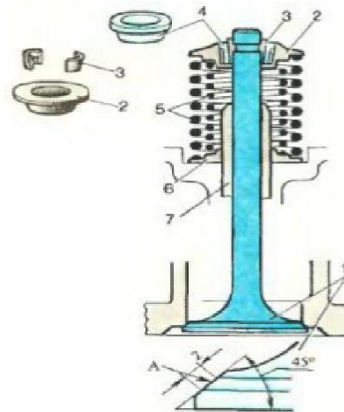
1.2 Особливості конструкції газорозподільчого механізму

Газорозподільний механізм призначений для введення свіжого заряду у циліндри двигуна (паливної суміші у бензинових двигунах або повітря у

дизелях) та виведення відпрацьованих газів, відповідно до робочого циклу, а також для ефективної ізоляції камери згоряння від зовнішнього середовища.

Залежно від конструкції пристроїв, що відповідають за впуск та випуск газів, існують два основних типи газорозподільних механізмів [18]: клапанний механізм, який є найбільш поширеним і використовується у всіх чотиритактних двигунах. Клапани можуть бути розташовані зверху або знизу, але верхнє розташування використовується частіше через більш ефективний процес газообміну.

Конструкції газорозподільних механізмів з верхнім розташуванням клапанів представлені на рисунку 1.2.



1 – клапан; 2 – клапанна тарілка; 3 – фіксуючі сухарі; 4 – втулка сухарів; 5 – пружина; 6 – опорна шайба; 7 – направляюча втулка клапана

Рисунок 1.2 – Верхнє розміщення клапанів ГРМ.

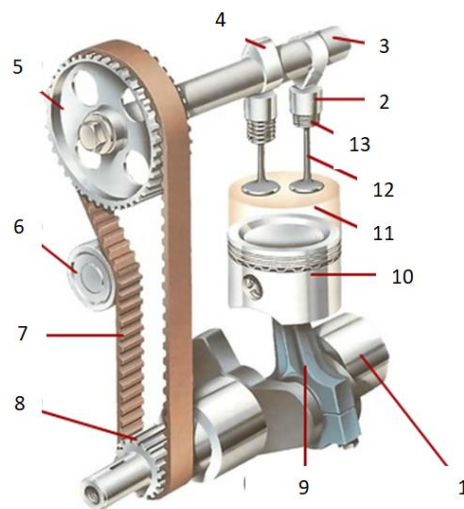
1.2.1 Складові елементи газорозподільного механізму

Сучасний газорозподільний механізм двигуна включає: розподільний вал, впускні та випускні клапани з пружинами, кріпильні елементи, направляючі втулки, привід розподільного валу та інші компоненти [1]. У двигунах типу V, ключовим елементом механізму є розподільний вал, який може бути розташований знизу або зверху. При нижньому розташуванні він розташований у блок-картері та обертається за допомогою зубчастої

передачі, що зазвичай включає одну пару циліндричних або конічних шестерень (можливо використання кількох пар шестерень).

У чотиритактних двигунах, передатне відношення приводу становить два, що означає, що розподільний вал обертається вдвічі повільніше, ніж колінчастий вал. Під час обертання розподільний вал за допомогою кулачків рухає штовхачі та штанги. Ці елементи, у свою чергу, керують коромислами, які впливають на клапани, відкриваючи їх і закриваючи відповідно до робочого циклу двигуна.

У верхньоклапанних двигунах з рядним розташуванням чотирьох клапанів на циліндр, розподільчий вал (або вали) розташований у головці блоку, близько від клапанів. При верхньому розташуванні розподільчого валу, відстань між його віссю та віссю колінчастого валу значно більша, і для його обертання, зазвичай використовується ланцюгова передача. У двигунах з невеликою потужністю, часто використовується зубчаста пасова передача [17]-[19], рис. 1.3.



1 – колінчастий вал; 2 - штовхач; 3 – розподільчий вал; 4 - кулачок; 5 – приводний зубчастий шків; 6 – натяжний ролик; 7 – зубчастий пас; 8 – приводна шестерня; 9 - шатун; 10 - поршень; 11 - циліндр; 12 – клапан; 13 – пружина.

Рисунок 1.2 – Загальний вигляд ГРМ з верхнім розміщенням клапанів.

Велико габаритні дизельні двигуни у формі "V", використовують зубчасту передачу для приведення розподільних валів у рух. Кількість пар конічних шестерень у цій передачі, може налічуватися дві і більше. У випадку верхнього розташування розподільного валу, зменшується кількість трансмісійних елементів. На зображенні 1.2, відсутні штовхачі та штанги. Розподільчий вал, напряду контактує з штовхачами клапанів, які, в свою чергу, здійснюють їх рух під час роботи двигуна.

Під час експлуатації двигуна, елементи газорозподільного механізму, зокрема клапани, піддаються значному нагріванню, що супроводжується їхнім розширенням. Для того, щоб забезпечити можливість розширення стрижня клапана при його нагріванні без порушення щільності посадки головки клапана у сідлі, між окремими елементами, необхідний зазор між стрижнем клапана та кінцем коромисла чи робочою поверхнею розподільного валу (кулачка), як показано на рис. 1.3 [11].

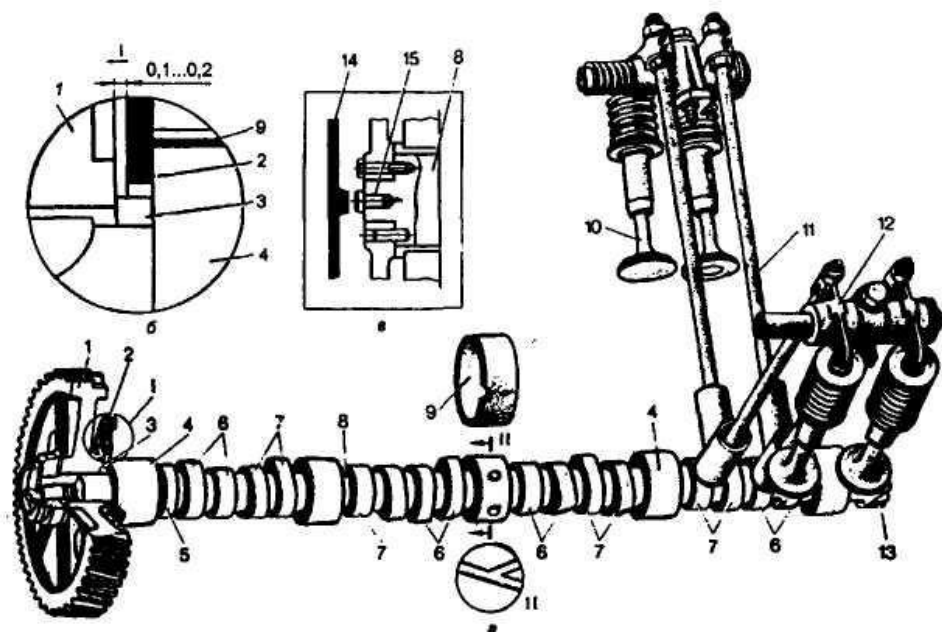


Рисунок 1.3 – Конструктивні елементи газорозподільного механізму двигуна.

Зазор в газорозподільних механізмах регулюється за допомогою різних методів, таких, як використання гвинта, який може самостійно

розгвинчуватися, а запобігає цьому контргайка. З метою уникнення необхідності постійного регулювання зазору та зменшення шуму двигуна, в сучасних двигунах використовуються гідравлічні штовхачі. У таких штовхачах вбудовані гідрокомпенсатори, які регулюють їхню довжину за допомогою тиску масла, спеціально поданого зі системи змащення двигуна. Клапанна група газорозподільчого механізму складається: з клапана, його спрямовуючої втулки, пружини та опорної шайби, а також елементів їх кріплення.

Клапан має головку та стрижень, між якими виконаний плавний перехід для зменшення опору руху газів. Головка клапана має конусну робочу поверхню фаску, по якій клапан щільно прилягає до сідла з метою зменшення опору руху газів. Стрижень клапана має канавку для кріплення опорної шайби і пружини. У деяких випадках, для поліпшення відведення теплоти головки випускного клапана, стрижень може бути порожнистим, а також заповнений рідким металевим натрієм. Елементи газорозподільчого механізму двигуна показані на рис. 1.4.

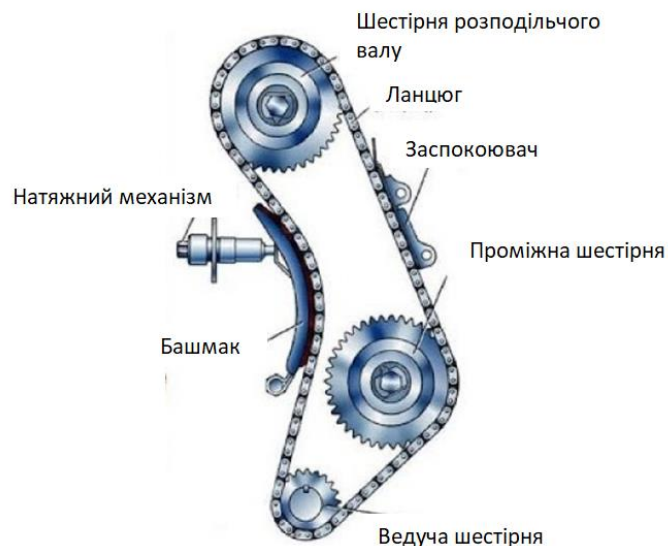
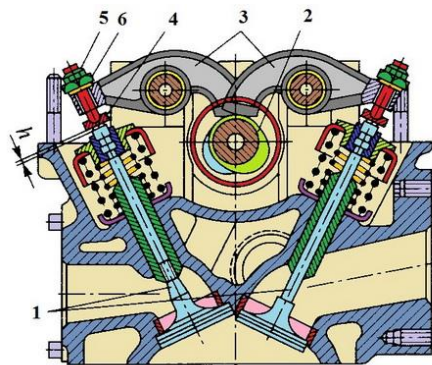


Рисунок 1.4 – Складові елементи газорозподільчого механізму із зубчастим приводом.

Передавальні компоненти газорозподільного механізму відповідають за передачу сили від розподільного валу до стрижнів клапанів. Штовхачі передають осьові сили від кулачків розподільного валу на штанги або стрижні клапанів. Ці елементи можуть бути різних форм: плоскі, грибоподібні, циліндричні або важелеві, та виготовляються зі сталі або чавуну. Для підвищення твердості та стійкості до зношування, робочі поверхні штовхачів піддаються зміцненню та подальшому шліфуванню.

Штанги використовуються для передачі сил від штовхачів до коромислів, особливо при нижньому розташуванні розподільного валу. Вони виготовляються зі сталі або алюмінієвого сплаву, набираючи форму трубки. На кінцях штанг кріпляться сталеві наконечники зі сферичними поверхнями, які мають високу твердість. Нижні кінці штанг впираються в гнізда штовхачів, а верхні - в регулювальні гвинти коромисел, як показано на рис. 1.5 [12].



1 – впускний і випускний клапани; 2 – розподільчий вал; 3 – коромисла; 4 – штовхач-бойок; 5 – регулювальний болт; 6 – фіксуюча гайка

Рисунок 1.5 – Складові елементи клапанного механізму.

Коромисла мають шарнірне кріплення на осях, які прикріплені до головки циліндрів. На одному кінці коромисла може бути встановлений гвинт регулювання, що дозволяє змінювати зазор в газорозподільному механізмі. Їх виготовляють зі сталі або ковкого чавуна, а робочі поверхні

гартують і потім шліфують. Розподільний вал використовується для точного відкривання та закривання клапанів за допомогою кулачків.

1.3 Класифікація механізмів газорозподілу

Класифікація механізмів газорозподілу визначається способом управління впуском та випуском клапанів. Зазвичай, існує чотири типи таких механізмів: поршневі, золотникові, клапанні та гільзові.

У чотирьохтактних двигунах, де золотниковий газорозподіл використовує коробчасті поршневі або обертові (кранові) золотники, пов'язані з розподільчим валом, для відкриття та закриття впускних та випускних вікон, цей механізм був використаний на деяких чотиритактних двигунах. Однак він не отримав широкого застосування через труднощі, зокрема, із ущільненням золотників, особливо для випуску гарячих відпрацьованих газів під великим тиском.

Щодо газорозподілу коробчатим золотником, він був застосований вперше на чотиритактному двигуні Н. Отто (1861 р.) та широко використовувався на стаціонарних двигунах XIX-XX століть. Управління газорозподілом поршковими золотниками, які рухаються зворотно-поступально, є стандартним для парових машин та потужних поршкових насосів, але його використання в двигунах внутрішнього згорання було ускладнене великим тиском газів.

Газорозподільчий механізм з обертотним золотником (крановий) дав деякі позитивні результати, включаючи безшумність, високу пропускну здатність та спрощення ГРМ. Цей варіант механізму використовується для одного золотника на циліндр, який працює як на впуск, так і на випуск, що дозволяє уникнути випускного клапана, який може бути джерелом детонацій у ранніх двигунах. Класифікація газорозподільчих механізмів двигунів (з клапанним газорозподілом) виконується відповідно до розміщення клапанів, розподільчого валу та передавальних ланок між ними.

Щодо кількості розподільчих валів, можливі варіанти з одним або двома розподільниками на головку, залежно від кількості клапанів. Управління газорозподілом може бути постійним чи керованим за фазами.

1.4 Існуючі приводи газорозподільчого механізму

Системи приводу газорозподільного механізму поділяються на кілька типів: ремінні, ланцюгові, шестерневі та комбіновані. Найбільш поширеним є використання ремінного приводу у газорозподільних механізмах двигунів внутрішнього згоряння [24]. У двигунів, що використовують схеми SOHC або DOHC, розподільчі вали приводяться в рух за допомогою зубчастого ремня або ланцюга. Однак, конструкція такого приводу при цих схемах газорозподілу, ускладнена через верхнє розташування розподільного валу (валів), яке знаходиться на значній відстані від колінчастого валу. Це призводить до збільшеної довжини ланки між ними, яка зображена на рис. 1.6.



Рисунок 1.6 – Пасовий привод газорозподільчого механізму DOHC.

З початку 1980-х років, привод розподільних валів за допомогою зубчастого пасу, став найбільш поширеним на легкових автомобілях. Зубчастий пас розташований поза зоною, яку змащує моторна олива, і відповідає за привод водяного насоса. Основне призначення зубів полягає в тому, щоб забезпечити надійне зчеплення та уникнути ковзання по шківу. Кількість зубів строго визначена, оскільки вона впливає на синхронізацію колінчастого валу та розподільних валів.

Незважаючи на багато переваг приводу ГРМ за допомогою паса, виникають проблеми передачі механічної енергії від колінчастого валу до зубчастих шківів розподільних валів. Це може призводити до розходження фаз та неправильної роботи двигуна.

Однією з проблем є розгерметизація захисного короба (часткове відкриття шторки з "міткою" від вібрації ДВЗ) пасового приводу, особливо часто виявляється на автомобілях марки FIAT при роботі на бензині.

1.5 Особливості гільзового розподільчого механізму

Дана конструкція вперше була розроблена американським інженером Чарльзом Найтом (Charles Yale Knight), часто на його прізвище, називається «системою Найта», хоча Найт розробив лише один з типів гільзового газорозподілу - з двома ковзними гільзами, розташованими одна всередині іншої і що рухаються в протилежних напрямках. У такій конструкції, гільза циліндра виконується у вигляді рухомої вздовж осі циліндра деталі, що має привід від розподільчого валу, через пару косозубих шестерень. Цей привод забезпечує переміщення гільзи вгору-вниз, синхронізовано з рухом поршня. Вікна в стінках гільзи при цьому в певний момент виявляються навпроти вікон, відповідно до стінки циліндра, де здійснюється впуск робочої суміші і випуск відпрацьованих газів, рис. 1.7.

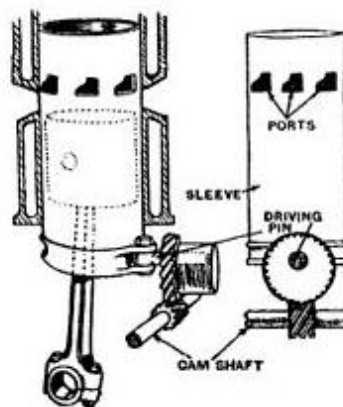


Рисунок 1.7 – Схема ГРМ із обертовими гільзами.

Головна перевага гільзового газорозподілу - повна безшумність роботи двигуна, оскільки в роботі повністю відсутні удари деталей. Крім того, для неї характерні висока довговічність, невибагливість до обслуговування та гарне наповнення циліндрів паливо-повітряною сумішшю, за рахунок більшого розміру та зменшеного опору вікон у гільзах, порівняно з каналами клапанів – особливо, щодо нижньоклапанних двигунів.

У той же час, двигун з гільзовим газорозподілом складний по конструкції, нетехнологічний і дорогий у виготовленні. Крім того, значним недоліком системи зі ковзними гільзами, була висока витрата оливи, щоб забезпечити надійне ущільнення пари тертя "циліндр - гільза" було практично неможливо, так що масло у значних кількостях проривалося всередину циліндра, де згоряло із робочою сумішшю.

Даний гільзовий ГРМ, використовувався в основному на дороговартісних легкових автомобілях - це серія моделей SS (San-Sourape, фр. "без клапанів") французької фірми Panhard et Levassor та автомобілі фірми Avions Voisin з двигунами Найта, а також такі моделі, як Willys - Knight та Mercedes-Knight.

1.6 Система газорозподілу ДОНС з трьома і більше клапанами на циліндр

Система ДОНС, характеризується двома розподільчими валами, кожен з яких контролює свій набір клапанів. Зазвичай, один розподільчий вал має вплив на два впускні клапани, тоді як інший впливає на один або два випускні клапани. У сучасних двигунах часто використовується чотири клапани на циліндр, що фактично представляє собою дворядну схему ОНС з великою кількістю розподільчих валів і клапанів. Однак можливі інші конфігурації, загальна кількість клапанів на циліндр може коливатися від трьох до шести.

Механізм приводу клапанів, як правило, використовує циліндричні штовхачі для досягнення компактності. Більшість двигунів використовують конфігурацію з шатровою камерою згоряння, хоча існує варіант з напівсферичною камерою згоряння, де всі чотири клапани розташовані під кутом на різних площинах. Проте ця конструкція є складнішою, через необхідність ускладненого приводу клапанів, і тому вона не отримала широкого поширення.

Такий механізм ГРМ, дозволяє істотно підвищити ефективність двигуна за рахунок покращеного наповнення циліндра, особливо на високих обертах. Використання кількох невеликих впускних клапанів, замість одного великого не лише збільшує їх загальний пропускний об'єм, але й зменшує динамічне навантаження на привод клапанного механізму. Це досягається зменшенням маси кожного клапана та його ходу, а отже, зниженням інерції елементів ГРМ та підвищенням робочих обертів двигуна. Використання двох менших впускних клапанів, замість одного великого, дозволяє знизити їх температуру, завдяки поліпшенню тепловідведення при зменшеному діаметрі тарілки клапана, рис. 1.8 [7].



Рисунок 1.8 – Газорозподільчий механізм із чотирма клапанами на циліндр.

Однак, такий двигун через швидке очищення циліндра більш чутливий до тривалості фази перекриття клапанів (коли відкриті одночасно впускні та впускні клапани) — при високій швидкості, тривалість фази повинна бути більшою для кращого очищення циліндрів, проте на низьких обертах, це

призводить до втрат заряду горючої суміші та зниження ефективності роботи. Іншими словами, двигун з таким ГРМ має слабку тягу «на низах» і вимагає підтримки високих оборотів для інтенсивного розгону. Радикальним рішенням цієї проблеми, є застосування змінних фаз газорозподілу.

Варто зазначити, що існують двигуни з чотирма клапанами на циліндр, що не належать до схеми DOHC, наприклад дизелі Cummins з чотирма клапанами на циліндр, в яких привод всіх клапанів здійснюється від єдиного розподільного валу, через коромисла.

Особливості давача фаз

Інжекторний бензиновий та дизельний двигун з електронним керуванням, оснащується великою кількістю різних датчиків. Зазначені датчики ЕСУД контролюють роботу двигуна, керують подачею палива, фіксують всілякі збої тощо. Фактично, без нормальної роботи електронної системи, сучасний двигун або не зможе працювати, або ж працюватиме зі збоями, перейде в аварійний режим роботи. Дані симптоми роботи двигуна породжує ДПРВ, рис.1.9.



Рисунок 1.9 – Давач обертів розподільчого валу.

При цьому, найважливішими датчиками вважаються ДПКВ та датчик фази (датчик положення розподільного валу, встановлений на деяких двигунах), так считування положення пошнів припадає на попередній давач.

При аналізі систем впуску, у сучасних двигунах та їхньої надійності можна зазначити, що при оптимальних умовах експлуатації вони не завжди залишаються бездоганними. Під впливом різних чинників, ці системи можуть пошкоджуватися, що, в свою чергу, викликає спотворення вихідних сигналів. Ці спотворення обробляються електронним блоком управління і можуть призвести до аварійного режиму роботи двигуна, що впливає на такі аспекти, як збільшені витрати палива, погіршення екологічних показників та зменшення швидкісних характеристик.

Для ефективного вирішення проблем, пов'язаних з надійністю роботи ГРМ, рекомендується використовувати електронне діагностичне обладнання та спеціальні програмні продукти.

У кваліфікаційній роботі, дослідження будуть проводитися з використанням віртуального середовища "Electude", яке максимально відтворює реальні умови роботи ГРМ та мультиметра для дослідження вхідних і вихідних сигналів давача фаз.

Висновки до розділу 1

Обґрунтування техніко-економічних показників двигунів, вказує на важливу роль, яку відіграє привод ГРМ та його контролююча частина (давач кількості обертів розподільчого валу). Таким чином, наші подальші спостереження будуть стосуватися якості контролю зі сторони електронного давача обертів, та вплив його на роботу інжекторного двигуна.

2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування швидкості руху повітряних мас у системі впуску

Поряд із роботою давач фаз, працює давач кількості повітря. З метою покращення характеристик даного сенсора, можна використовувати ультразвуковий метод, що сприяє підвищенню його метрологічних та експлуатаційних властивостей. Більшість витратомірів застосовують цей метод, використовуючи два або більше ультразвукових перетворювачів [4].

У даному випадку, точність вимірювання швидкості повітряного потоку визначається, шляхом вимірювання часу поширення ультразвукових сигналів, випромінюваних в напрямку та проти напрямку потоку. Однак недоліком таких технічних рішень, є невисока точність вимірювання через значну залежність швидкості ультразвуку від температури. Цей метод підходить для побутових пристроїв, де параметри потоку мало змінюються. Однак ультразвукові витратоміри рідин та газів, застосовані в промисловості та автомобілебудуванні, вимірюють об'ємну, а не масову витрату, що не відповідає вимогам систем управління двигуном внутрішнього згорання автомобіля. Застосування їх для автомобільних витратомірів може призвести до значних похибок при зміні температури повітря, яке всмоктується.

З метою підвищення метрологічних характеристик вимірювача масової витрати повітря, пропонується використовувати фазовий зсув між ультразвуковими хвилями, як інформаційний сигнал, а не час поширення ультразвукових сигналів. У цьому випадку конструктивно ультразвуковий давач (рис. 2.1) має троє ультразвукових перетворювачів, а два інші виступають як приймачі ультразвукових імпульсів (приймають ультразвукові перетворювачами – ПУЗП1,2).

У системі також присутні два підсилювачі напруги У1,2 та два фазових детектора ФД1,2.

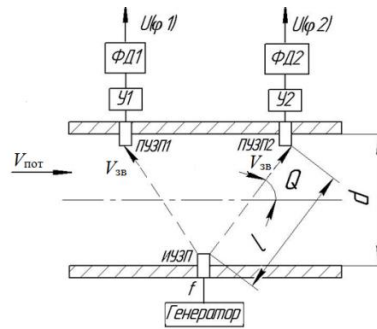


Рисунок 2.1 – Схема ультразвукового сенсора масової витрати повітря.

Час, який потрібен ультразвуковому сигналу для проходження повітряного потоку, залежить від кількох факторів, таких як довжина шляху l у потоці, що визначається діаметром трубопроводу d , кутом введення ультразвуку в потік θ , а також швидкістю ультразвуку у повітряному потоці $V_{зв}$ і швидкістю руху потоку $V_{пот}$.

Для розрахунку масової витрати повітря використовуються фазові зсуви сигналів, які отримують від ультразвукових перетворювачів, що приймають сигнали. Отже, вхідні параметри для визначення цієї масової витрати включають фазові зсуви сигналів.

$$\varphi_1 = \frac{l}{V_{зв} - V_{пот} \cdot \cos\theta} \cdot \omega, \quad \varphi_2 = \frac{l}{V_{зв} + V_{пот} \cdot \cos\theta} \cdot \omega, \quad (2.1)$$

де ω - частота ультразвукових коливань.

Дальше, визначаємо швидкість потоку повітря:

$$V_{пот} = \frac{l \cdot \omega \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)}{2 \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \cos\theta} \quad (2.2)$$

З отриманої формули випливає, що швидкість потоку повітря залежить від фазового зсуву φ_1 , φ_2 і не залежить від швидкості ультразвуку в повітряному потоці $V_{зв}$. Параметри l , ω , \cos є постійними величинами, які визначаються конструкцією ультразвукового датчика. Після визначення

швидкості потоку повітря $V_{пот}$, можна розрахувати об'ємну витрату повітря W за виразом.

$$W = V_{пот} \cdot S = V_{пот} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (2.3)$$

де S – площа поперечного січення магістралі.

Об'єм повітря, який витрачається в вхідному колекторі двигуна внутрішнього згоряння, визначається його густиною (ρ) та об'ємом (W), згідно за рівнянням

$$M = W \cdot \rho \quad (2.4)$$

Густину повітря, можна знайти за відомою формулою

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}, \quad (2.5)$$

де P - абсолютний тиск; M – молярна маса; R – універсальна газова стала; T – температура, K .

Для визначення абсолютного тиску у створеному вимірнику використовується промисловий сенсор абсолютного тиску. Температура повітря визначається шляхом обчислення за залежністю швидкості ультразвуку від температури за допомогою формули:

$$V_{зв} = V_{зв}(0^\circ) + 0,59 \cdot T_c \quad (2.6)$$

де $V_{зв}(0^\circ)$ – швидкість звуку повітря при $0^\circ C$, приймаємо 332 м/с; T_c – температура у $^\circ C$.

Тоді, кінцева формула для визначення миттєвої масової витрати повітря визначиться:

$$m = \frac{l \cdot \omega \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)}{2 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \cos \theta} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{P \cdot M}{R \cdot (1,695 \cdot \left(\frac{l \cdot \omega \cdot (\varphi_1 + \varphi_2)}{2 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2} - V_{зв}(0^\circ) \right) + 273)} \quad (2.7)$$

Згідно з отриманою формулою, розроблено структурну схему ультразвукового вимірювача миттєвої масової витрати повітря для обчислення масового потоку повітря. У нормальному режимі роботи, синусоїдальний сигнал подається з генератора на випромінюючий ультразвуковий перетворювач. Ультразвукова хвиля, проходячи через потік повітря, потрапляє на ультразвукові перетворювачі, розташовані в напрямку та протилежному напрямку потоку повітря. Фази ультразвукових хвиль змінюються в залежності від швидкості потоку повітря.

Для більш точного визначення передавальної функції ультразвукового датчика миттєвої масової витрати повітря необхідно використовувати датчик потоку повітря з нормованими метрологічними характеристиками, що має точні та підвищені параметри порівняно із розробленим датчиком у всьому діапазоні зміни повітряного потоку, тобто від 0 до 500 кг/год.

У вимірювачах повітря, де використовується метод визначення масової витрати через швидкість виходячої ультразвукової хвилі, ультразвуковий сигнал приймається з певною затримкою, що залежить від рівня фонового шуму двигуна, згідно з таблицею 2.1.

Таблиця 2.1 – Взаємозв'язок кількості повітря від фаз газорозподілу

$\Delta\Phi$, град.	m , кг/год
0	0
121,7	3
284,2	7
446,7	11
609,5	15
772,7	19
977,2	24

Цей метод дозволяє вимірювати масовий потік повітря в обох напрямках з підвищеною точністю, використовуючи вимірювані значення температури та щільності повітряного середовища.

2.2 Тепловий баланс досліджуваного двигуна за неякісної роботи давача фаз

Якість готовності та ефективність згорання палива в камерах згорання, визначається належним та своєчасним налаштуванням робочих процесів. Визначення оптимального моменту для впорскування палива, відкриття клапанів впуску та виведення відпрацьованих газів значно впливає на ефективність згорання.

Система контролю якісно налаштованого контролю роботи ГРМ в інжекторних двигунах, включає різноманітні компоненти та функції, які мають на меті оптимізацію впуску повітря та забезпечення ефективного згорання паливно-повітряної суміші. Давач фаз, що контролює роботу газорозподільчого механізму, вимикає процес подачі палива у циліндр, в якому відбувається «Такт випуску» відпрацьованих газів.

У випадку неправильної роботи давача фаз, спричиненої засмічуванням його виконавчих елементів, електронний блок управління двигуном переходить у аварійний режим. Таким чином, за допомогою методики розрахунку теплового балансу інжекторного двигуна, можна визначити втрати ефективної (корисної) теплоти Q_e під час аварійного режиму роботи двигуна.

Для цього слід визначити загальну кількість теплоти Q , що вивільнюється після згорання робочої суміші.

$$Q = Q_n \cdot G_n, \text{ кДж/год} \quad (2.8)$$

де Q_n - нижня питома теплота згорання палива, кДж/кг;

$G_{\text{п}}$ - годинна витрата палива, кг/год.

Годинна витрата палива визначиться, як добуток ефективної потужності N_e , і питомої витрати палива g

$$G_{\text{п}} = N_e \cdot g. \quad (2.9)$$

Теплота газів Q_e , отримується за:

$$Q_e = 3600 N_e \quad (2.10)$$

Теплоту g_e (як корисну роботу), визначимо за відомою формулою

$$g_e = \frac{Q_e}{Q} \cdot 100 \% \quad (2.11)$$

Кількість теплоти Q_B , (що вбирається системою охолодження), визначиться:

$$Q_B = C \cdot i \cdot D^{23} \cdot n^{0,65} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 3,6, \text{ кДж/год} \quad (2.12)$$

де C – коефіцієнт втрат ($C = 0,45 \dots 0,55$) [10];

i – кількість циліндрів;

D – діаметр циліндра, мм;

n – частота обертів колінчастого валу, об/хв;

α – коефіцієнт надлишку повітря.

Теплота g_B , яка витрачена з системою охолодження, отримується з відношення:

$$g_B = \frac{Q_B}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.13)$$

Теплоту Q_r , отримаємо за відомою формулою:

$$Q_r = C_p \cdot (T_r - T_{o.c.}) \cdot (G_{пов.} - G_{п.}), \text{ кДж/год} \quad (2.14)$$

де C_p – середня теплоємність відпрацьованих газів, $C_p = 1,41$ кДж/кг град;
 T_r і $T_{o.c.}$ – температури газу і охолоджуючого середовища, К;
 $G_{пов.}$ і $G_{п.}$ – загальна кількість робочого заряду, кг/год.

Масова кількість повітря $G_{пов.}$, яка потрапляє у камери згоряння, визначиться, як

$$G_{пов.} = 14,5 \alpha \cdot G_{п.}, \text{ кг/год} \quad (2.15)$$

Приймаємо $G_{п.} = 5,7$ кг/год.

Частку теплоти q_r , у відпрацьованих газах, визначимо за відношенням

$$q_r = \frac{Q_r}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.16)$$

Інші витрати теплоти $Q_{ін.в.}$:

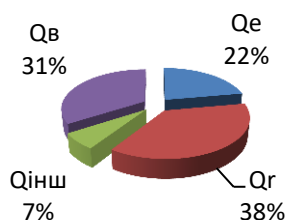
$$Q_{ін.в.} = Q - (Q_e + Q_r + Q_b) \quad (2.17)$$

Частка $q_{ін.в.}$ визначиться:

$$q_{ін.в.} = \frac{Q_{ін.в.}}{Q} \cdot 100, \% \quad (2.18)$$

Цей метод розрахунку теплового балансу, дав можливість визначити кількість виділеного тепла під час згоряння робочої суміші в ситуаціях, коли моменти подачі палива системою "Motronic" виявилися налаштованими неправильно. За допомогою зазначеної методики розрахунку, побудовано діаграми теплового балансу для бензинового двигуна, рис. 2.2.

За некоректно працюючого давача фаз



За коректно працюючого давача

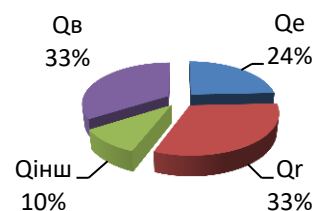


Рисунок 2.3 – Порівняльний тепловий баланс двигуна з електронним управлінням.

Аналізуючи графіки теплового балансу двигуна з точковою подачею палива, було встановлено, що при несправному датчику фаз, рівень ефективної теплоти складав лише - 22%, тоді як при його належній роботі досягав 24%. Це свідчить про більш високу ефективність роботи двигуна в останньому випадку.

Висновки до розділу 2

Представлений спосіб розрахунку об'єму повітря у впускному трубопроводі, надзвичайно пов'язано з давачем фаз, так як даний процес контролюється електронним блоком управління на подачу ширини імпульсу інжекторів, особливо коли необхідно подати паливо чи вимкнути під час «Такту випуску».

Нами виконаний тепловий розрахунок інжекторного двигуна, як при належному, так і при несправному функціонуванні датчика фаз.

Отримані результати показали, що ефективна теплота склала 22% у випадку несправності та 24% у справному стані датчика фаз.

3. МЕТОДИКА, ОБЛАДНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Характеристики газорозподільчого механізму двигуна

Опір впускного та випускного трактів, який обмежує швидкість та зменшує наповнення за високих обертів колінчастого валу, залежить від розмірів пропускних перерізів клапанів та патрубків, шорсткості каналів, їх геометрії, інерційного наддуву та налаштувань. При збільшенні максимального опору наповнення, зміщується в область менших обертів, що обмежує потужність двигуна [11].

Налаштування фаз газорозподілу, такі, як кути випередження відкриття впускних та випускних клапанів/золотників, а також кути запізнення закриття, дозволяють частково компенсувати опір впускних та випускних трактів. Це досягається зсувом максимуму наповнення циліндрів від нульової частоти обертання (при нульових кутах) до частоти, визначеної конструктором. Зазвичай, максимальне наповнення повітряним зарядом, відповідає максимуму моменту крутного моменту. На графіку представлені криві, відображаючи VVT (1), низькі оберти (2), оберти приблизно на 0,5 максимальної частоти обертання (3) та високі оберти (4), рис. 3.1 [3].

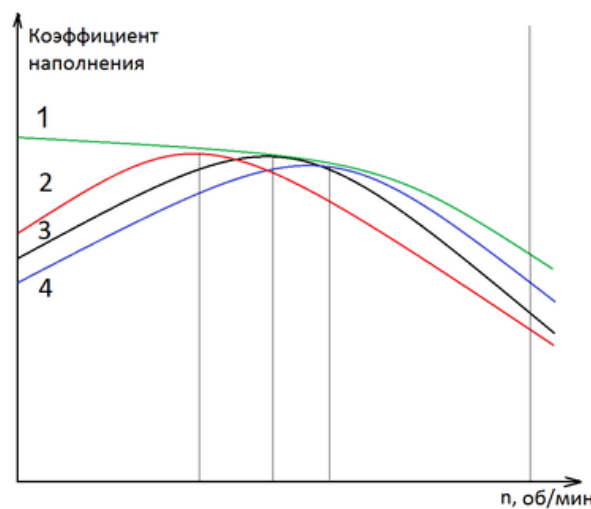


Рисунок 3.1 – Залежність коефіцієнту наповнення циліндрів від обертів колінчастого валу двигуна.

Можливість отримання компактної камери згоряння (мінімальних розмірів) та низької температури в області горіння паливної суміші, дозволяє мінімізувати кількість газів у зоні гасіння полум'я (зменшуючи викиди) та підвищує економічність [4].

3.2 Ознаки несправності датчика фаз

Як було зазначено вище, на двигунах з датчиком фаз система управління ДВЗ зорієнтована на показниках зазначеного датчика. Зрозуміло, якщо датчик виходить з ладу або працює зі збоями, двигун працюватиме нестійко. Якщо датчик виходить з ладу, ЕБУ переведе двигун у режим парафазного упорскування палива. Фактично, управління відбуватиметься лише з урахуванням показань датчика колінчастого валу.

При цьому важливо розуміти, що без датчика розподільного валу, ЕБУ не зможе визначити початок циклу роботи двигуна, тобто кожна форсунка буде примусово впорскувати певну кількість палива двічі в рамках одного циклу. З одного боку, це дозволить подавати робочу суміш у кожен циліндр, тобто двигун працюватиме. Однак з іншої сторони, витрата палива збільшиться, двигун не працюватиме рівномірно та економічно.

Як правило, під час експлуатації автомобілів, комплетованих двигунами з точковою подачею палива, зустрічається пролема - збільшена витрата палива. При цьому, ніхто із експлуатаційників не звертає увагу на датчик розподільного валу. У свою чергу, саме при детальній та поглибленій діагностиці, саме датчик фаз цілком може виявитися несправним елементом.

Зазвичай, при виході з ладу датчика фаз на панелі приладів горить «Check», двигун втрачає потужність, працює з перебоями, перевитрачає паливо, втрачається потужність. Найчастіше у пам'яті ЕБУ прописаний код помилки датчика фаз. В рамках комп'ютерної діагностики, це дозволяє визначити, що датчик фази бензинового двигуна вийшов із ладу.

Головне, провести діагностику та правильно розшифрувати коди помилок, після чого виконати перевірку та замінити датчик за такої необхідності. Також, може знадобитися необхідність, проведення налаштування ЕСУД, після заміни давача.

3.3 Методи діагностування та результати досліджень газорозподільчого механізму двигуна

У роботі розглянуто методологію застосування віброакустичного методу діагностування на прикладі газорозподільного механізму (ГРМ). До початку 2000 року, даний метод не знаходив широкого застосування, через значну вартість діагностичних комплексів, складності тарування застосовуваних датчиків, складності обробки та аналізу діагностичної інформації. На сьогоднішній день його використання спростилося, через появу недорогих USB осцилографів і високочутливих вібродатчиків. Крім того, помітно підвищилися можливості обробки діагностичних даних та їх подання. Крім цього, значно вдосконалено і автомобіль у галузі електронних систем та елементів, що дозволяють синхронно отримувати необхідний діагностичний сигнал, після чого аналізувати отримані дані.

Відмовлення елементів газорозподільного механізму двигуна, і зокрема, прогоряння клапанів, порушення їх герметичності, зміщення фаз, зростання зазорів або їх відсутність виникають у більшості автотранспортних засобів за пробігів набагато менших нормативних чи граничних. Пояснюється це цілою низкою експлуатаційних факторів, таких як - несвоєчасне проведення технічного обслуговування, використання nereкомендованих масел і паливних матеріалів, порушення теплових та навантажувальних режимів та інш. Проведені у представленому матеріалі дослідження, дозволили встановити:

Допуск на зазор у випускному клапані $0,35 \pm 0,05$ мм - величина сигналу віброімпульсу склала -150-182 мВ. Проведений контроль зазорів у

клапанах ГРМ виявив 14 відхилень із 20 підконтрольних циліндрів ДВЗ. Будь-які перевищення амплітуди сигналу віброімпульсу вище 182 мВ, вимагають регулювання зазорів або заміни гідроштовхачів.

Даний метод і набір технологічних прийомів, що використовується, дозволяють оперативно і без розбирання визначати технічний стан систем двигуна при будь-яких проміжних станах об'єктів, що діагностуються. Даний набір діагностичних засобів, технологічних прийомів та нормативних даних, дозволяє рекомендувати їх використання на сучасних автотранспортних підприємствах, що займаються експлуатацією, ремонтом та обслуговуванням автотранспорту.

Для вимірювання та реєстрації осцилограм амплітудних та фазових параметрів віброімпульсів використовувався USB Autoscope III (USB-осцилограф Постоловського) з програмою UsbOscilloscope [14]. П'єзодатчик (акселерометр) для вимірювання віброімпульсів встановлювався на кришці ГРМ у безпосередній близькості від впускних та випускних клапанів, рис. 3.2.



Рисунок 3.2 – П'єзодавач для вимірювання вібрації у місці розміщення ГРМ двигуна.

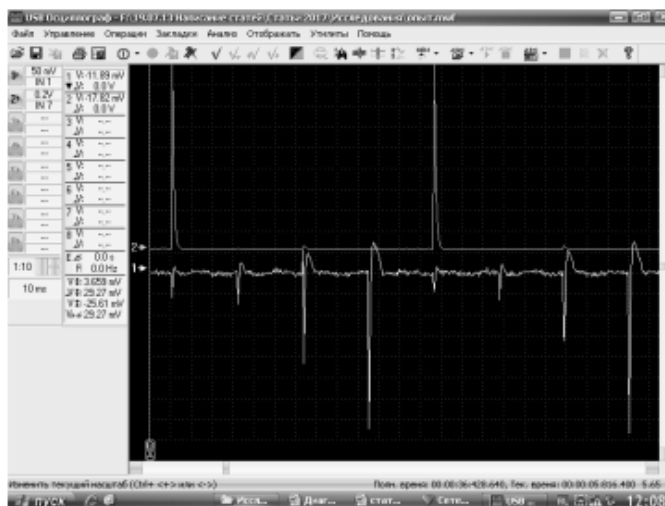
Кріплення п'єзодатчика (акселерометра) передбачалося трьома способами, залежно від зручності та надійності фіксації у вибраному місці:

- 1) струбциною (гвинтовим з'єднанням) у стик кришки, на болт, кришку;
- 2) магнітом до будь-якої металевої поверхні;
- 3) вручну утриманням у місці торкання датчика з поверхнею, що вібрує.

Переважно використовувалися перший та другий способи кріплення. На вище представленому (рис. 3.2), показаний один із варіантів приєднання датчика, хоча на практиці точками приєднання були кришка механізму ГРМ, бічні стінки блоку ДВЗ та впускний колектор. У попередніх експериментах, визначалися місця найбільшої інтенсивності вібрації, головним чином з амплітуди сигналу фази фіксувався номер відповідного клапана. До певних експериментальних місць з найбільшою інтенсивністю вібрації, здійснювалося приєднання на магніті п'єзодатчика.

Як мінімум за трьох повторених вимірювань, оцінювалася амплітуда та фаза вібросигналу. Тим більше, що розгортка осцилограми записувалася безперервно і даних для аналізу. Причому здійснювалося безперервне порівняння даних вимірювань віброімпульсів та прямий контроль зазорів у клапанах ГРМ за допомогою щупа.

Виміри проводилися на п'яти автомобілях, комплектованих бензиновим двигуном однакового літражу та потужності. За використання USB-осцилографа, реєструвалася осцилограма амплітудних та фазових параметрів віброімпульсів, рис. 3.3.



1 канал – амплітудні значення віброімпульсів, мВ;

2 канал - синхронізуючі імпульси 1-го циліндра системи запалення

Рисунок 3.3 - Осцилограма амплітудних та фазових параметрів віброімпульсів ГРМ двигуна.

Віброімпульси по порядку роботи циліндрів двигуна з іскровим запалюванням: 1 циліндр – 58 мВ; 3 циліндр - 75 мВ; 4 циліндр – 216 мВ; 2 циліндр -372 мВ (найбільший пік віброімпульсу від удару).

При проведенні вимірювань вібрацій від зіткнення клапанів ГРМ, двигун прогрівався до робочої температури. Вимірювання проводилося на частоті обертання ДВЗ, що відповідає холостому ходу – 860 об/хв. Тривалість розгортки осцилограми (див.рис. 3.3), вибиралася з розрахунку одночасної фіксації двох послідовних циклів.

Порівняння результатів вимірювання віброімпульсів вироблялося з результатами прямого контролю зазорів у клапанах ГРМ. У деяких виразно прослуховувалися стуки під час роботи ДВЗ. Так, на рис. 2 видно, що при закритті випускного клапана другого циліндра виникає найбільший віброімпульс – 372 мВ.

Методика використання віброапаратури при діагностуванні двигунів, дозволяє встановити широкі межі значень зазорів у клапанах ГРМ.

При допуску на зазор у випускному клапані 035 ± 005 мм величина сигналу віброімпульсу склала -150-182 мВ. Будь-які перевищення амплітуди сигналу віброімпульсу вимагають регулювання зазорів або заміни гідроштовхачів.

За наявності датчиків положення колінвалу, розподільного валу можна отримувати синхронну картинку роботи будь-якого вузла в заданий момент часу, рис. 3.4.



Рисунок 3.4 – Вихідні і вхідні сигнали давача фаз бензинового двигуна.

3.4 Використання віртуального середовища «Electude» для дослідження давача фаз інжекторного двигуна

Перший етап наших спостережень проводився за впливом некоректної і коректної роботи давача фаз на ширину інжекторів (за сталої робочої температури двигуна), рис. 3.4.



а) за непрацюючого давача фаз;

б) за працюючого

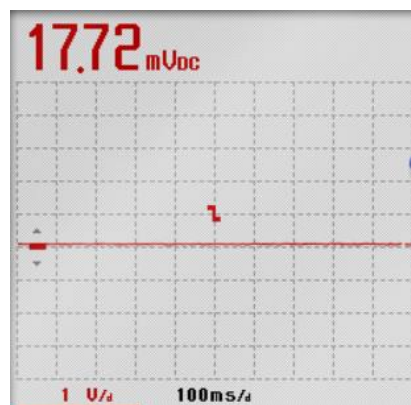
Рисунок 3.4 – Результати дослідження впливу давача фаз на ширину імпульсу інжекторів двигуна із COP системою запалювання.

Аналізуючи отримані значення сканованих параметрів роботи інжекторного двигуна, можна зауважити, що ширина імпульсу інжектора (за коректного давача фаз та температури 78°C) збільшилася на 0,1 мсек.

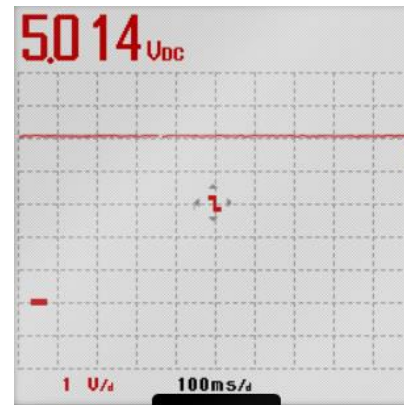
Другий етап дослідження давача фаз, відбувався за використання електронного осцилографу, рис. 3.5.



а)



б)



в)

а) вихідний електричний сигнал, 3,4 В;

б) електропровідник «-», 0,017 В

в) вхідний електричний сигнал 5,03 В

Рисунок 3.5 – Результати вихідних і вхідних електричних сигналів давача фаз.

Провівши аналіз осцилограми роботи давача фаз, можна ствердити, що вихідний електричний імпульс встановлюється та коливається не у значних межах від 3,48 до 3,51 В. Зміна імпульсів спостерігається лише за їх частотою, при підвищенні обертів колінчастого валу двигуна.

Висновки до розділу 3

Методика використання віброапаратури при діагностуванні двигунів, дозволяє встановити широкі межі значень зазорів у клапанах ГРМ. При допуску на зазор у випускному клапані $0,35 \pm 0,05$ мм, величина сигналу віброімпульсу склала -150-182 мВ. Будь-які перевищення амплітуди сигналу віброімпульсу, вимагають регулювання зазорів або заміни гідроштовхачів.

Провівши дослідження газорозподільчого механізму та контролюючого електронного елементу – давача фаз, отримали:

- За некоректної його роботи, ширина імпульсу інжектора склала 2,9 мсек., а за справного – 3 мсек;
- Вихідний сигнал (за різних швидкісних режимів роботи бензинового двигуна) досягнув май же сталого значення 3,5 В;
- Зміна вихідного сигналу спостерігається, лише по частоті імпульсів, під час підвищення обертів колінчастого валу двигуна.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Небезпечні ситуації під час виконання комп'ютерної та дистанційної діагностики автомобіля

Наявність електронного обладнання на автомобілі, вимагає стабільної подачі електричної енергії від бортових джерел (без будь яких перепадів напруги). Тому, під час проведення діагностики, слід суворо дотримуватися наступних запобіжних заходів [4]-[9]:

- не допускати відключення акумулятора від бортової електромережі автомобіля за працюючого двигуна.
- під час дозарядки (від зовнішнього джерела) акумулятора, слід вимкнути бортову електромережу.
- перед демонтажем будь-яких елементів ЕСУД, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї.
- не допускається підключення або відключення елементів (давачів та виконавчих пристроїв функціональних систем) ЕСУ під час увімкненого запалювання.
- перед проведенням електрозварювальних робіт, необхідно від'єднати мінусову клему акумуляторної батареї та елементи ЕСУ.
- не допускається піддавати ЕБУ, впливу температури вище 80 °С.
- для виключення корозії з'єднувальних електричних пинів (під час очистки), забороняється спрямовувати струмінь пари на елементи ЕСУД.
- щоб уникнути пошкодження справних вузлів, не допускається застосування контрольно-вимірювального обладнання, не зазначеного в діагностичних картах.
- вимірювання напруги, слід виконувати вольтметром з номінальним внутрішнім опором 10 МОм.
- для запобігання пошкодження електронного обладнання електростатичним зарядом, забороняється торкатися контактних пинів (з'єднувачів або

елементів) друкованої плати ЕБУ.

Відповідно, з впровадженням стандартів OBD-II та EOBD, процес діагностики ЕБУ автомобіля уніфікується. На вимогу цих стандартів, одне діагностичне обладнання можна використовувати для тестування автомобілів різних марок. Основною відмінністю стандарту EOBD від OBD-II, є закріплення в наборі його протоколів обміну даними протоколу CAN, впровадженого фірмою BOSCH.

Небезпечні умови відіграють пріоритетну роль у формуванні й виникненні виробничих небезпек - певного стану, за якого виникає реальна загроза аварії або травми.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що за характером дії їх можна поділити на групи, які:

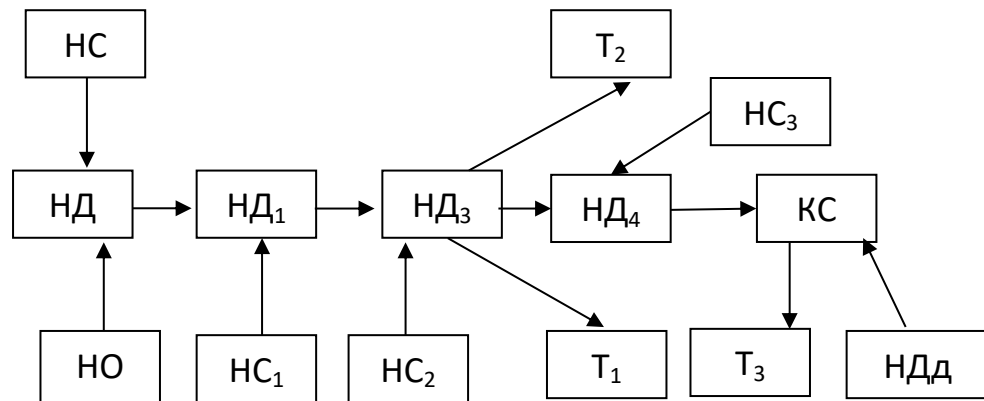
- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця (відсутність огороження рухомих деталей або робочих органів, відсутність або недосконалість спеціальних технічних засобів безпеки: блокувальних пристроїв, засобів сигналізації тощо), конструктивні недоліки окремого вузла чи машини та інші;

- спонукають працівника допускати помилки у процесі праці (конструктивна недосконалість технологічного процесу роботи машин або самої машини чи певного обладнання), низька кваліфікація працівника та рівень знань з охорони праці, відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- безпосередньо призводять до травмонебезпечної ситуації (наявність плям масла на підлозі, неправильно організоване робоче місце, не обґрунтовані режими роботи обладнання та ін.);

- призводять до небезпечних дій (низький рівень професійної підготовки й організації навчання з охорони праці, відсутність або неефективність контролю з охорони праці та ін.).

Нами розроблена схема травмонебезпечних ситуацій, під час проведення комп'ютерної діагностики електронного блоку керування сучасним двигуном, рис, 4.1.



HD – відкриття капоту; НС – можливе падіння капоту під час проведення ТО; НО₁ – наявність незначного схилу; HD₁ – зняття заглушки із роз'єму; НС₁ – можливе побиття кінцівок рук; HD₃ – встановлення вилки із адаптера у діагностичний роз'єм; НС₂ – можливе падіння капота та побиття кісті рук; Т₁ – травма пальців; Т₂ – побиття ліктів рук; HD₄ – фіксація регулювальної шторки; НС₃ – небажане склеювання пальців в умовах низьких температур навколишнього середовища; Т₃ – пошкодження пушок пальців рук; KS – заземлення кінцівок; НДд – необхідна допомога іншої особи

Рисунок 4.1 - Блок-схема небезпечних ситуацій під час проведення комп'ютерної діагностики сучасного автомобіля

4.2 Пожежна безпека

Захист будівель і інших споруд від прямих попадань блискавки, використовують блискавковідводи, що являють собою добре заземленими провідниками, розміщуються вище будівель чи споруд, які потребують захисту.

Вони монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше 2 м вище підтримуючого стояка. Заземлення виконують із кутової сталі на

відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Для розрахунку блискавковідводу станції ТО, необхідно знати розміри будівлі (вона становить 50x20x8 м).

У подальшому, розрахунок проводять за наступною методикою. Приймається довільна висота блискавковідводу h , м (приблизно $2h_x$) і визначаються контури захисних зон, що утворюються. Якщо у випадку споруда знаходиться в її межах, розрахунки припиняються або висота блискавковідводу і зводиться до оптимальних розмірів, що є економічно вигідно.

Радіус захисту r_x подвійного блискавковідводу одинарного стержневого захисту висотою менше 30м (рис. 5.1) визначиться за відношенням [2]:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – висота блискавковідводу, м;

h_x – висота будівлі, м.

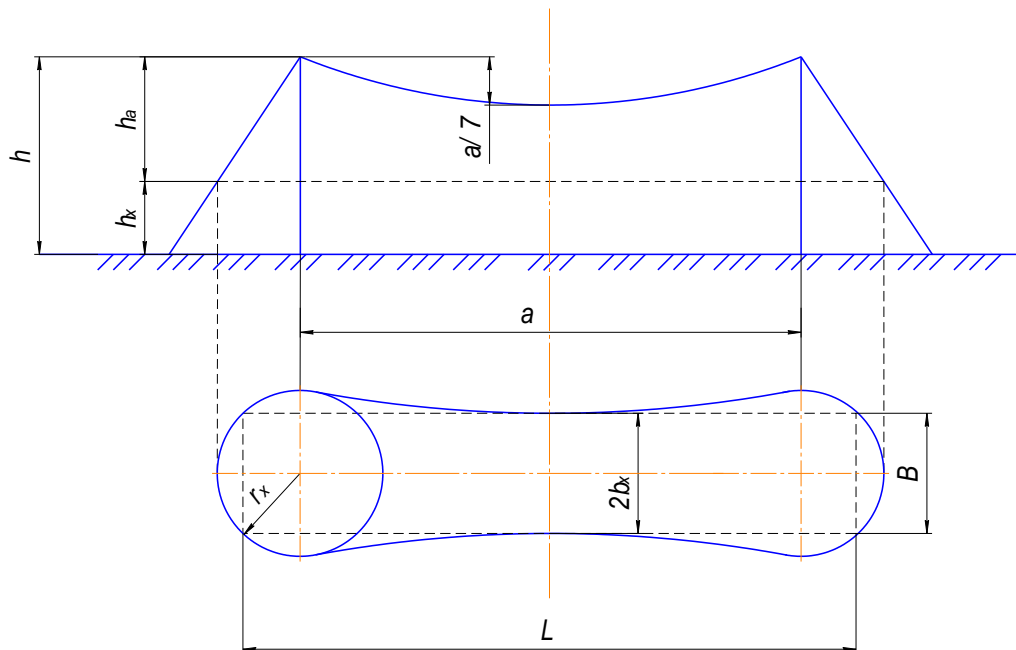


Рисунок 4.1 - Схема блискавкового захисту лабораторії з випробування автомобілів

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 20$ м.

Тоді,

$$r_x = 1,6 \cdot 20 \cdot \frac{20-8}{20+8} = 13,7 \text{ м}$$

Захисна дія блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту

k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}. \quad (4.2)$$

Тоді,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{8}{20}} = 1,14$$

Граничний коефіцієнт k_x за висоти блискавковідводу менше 30м становить 1,14.

Ширина внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x визначиться за формулою:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x, \quad (4.4)$$

тоді,

$$20 - 8 = 12 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B. \quad (4.5)$$

Відповідно,

$$a = 50 - 20 = 30 \text{ м}$$

Тоді, розрахункова ширина внутрішньої захисної зони буде рівна:

$$2b_x = \frac{7 \cdot 12 - 30}{14 \cdot 12 - 30} \cdot 4 \cdot 13,7 = 27,43 \text{ м}$$

Отже, навівши контури захисної зони на контури будівлі СТО, отримали захисну зону від ударів блискавки.

4.3 Охорона праці персоналу

Охорона праці під час комп'ютерної діагностики транспортного засобу, є важливою для забезпечення безпеки працівників і попередження можливих ризиків. Ось деякі аспекти, які слід враховувати:

Вентиляція приміщення. Слід переконатися, що приміщення, де проводиться діагностика, добре провітрюється. Це особливо важливо при використанні хімічних речовин або якщо виникає необхідність у скиданні вихлопних газів.

Заземлення обладнання. Правильне заземлення комп'ютерного обладнання та автомобіля, є ключовим для уникнення електростатичного розряду, що може пошкодити електроніку.

Особистий захист. Слід забезпечити працівників відповідним особистим захистом, таким як: рукавиці, окуляри та захисний одяг, особливо при взаємодії з хімічними речовинами чи мастилами.

Вимкнення автомобіля. Необхідно забезпечити, щоб автомобіль був вимкнений та ключ вийнятий перед тим, як розпочати будь-які діагностичні роботи.

Безпека електроживлення. Необхідно уникати взаємодії з електричними системами автомобіля, особливо з високовольтними системами (якщо такі є), не маючи відповідної кваліфікації та заходів безпеки.

Навчання персоналу. Необхідно переконатися, що персонал має відповідну підготовку та розуміє правила безпеки під час роботи з комп'ютерною діагностикою автомобіля.

Ці заходи допоможуть забезпечити ефективну та безпечну процедуру комп'ютерної діагностики автомобіля, зменшуючи ризик та захищаючи здоров'я працівників.

4.4 Організаційно -технічні рекомендації

Охорона довкілля - це система заходів, направлених на підтримання раціональної взаємодії між діяльністю людини і навколишнім середовищем: зберігання і відновлення природних багатств та розумне їх використання. Все це робиться в інтересах сьогоденних і майбутніх поколінь людей. Ці заходи повинні науково обґрунтовуватись і можуть здійснюватись на різних рівнях; міжнародному, державному, відомчому, виробничому, суспільному та індивідуальному.

Вплив автомобільного транспорту в забрудненні навколишнього середовища і негативному впливі на населення (очевидно) ще більш істотний, ніж прийнято вважати, саме:

1. Основна кількість автомобільного транспорту зосереджена в місцях з високою щільністю населення - містах, промислових центрах;

2. Шкідливі викиди від автомобілів виробляються в самих нижніх, приземних шарах атмосфери, там, де протікає основна життєдіяльність людини і де умови для їхнього розсіювання є найгіршими;

3. Відпрацьовані гази двигунів автомобілів містять висококонцентровані токсичні компоненти, що є основними забруднювачами атмосфери. Час, протягом якого шкідливі речовини природним способом зберігаються в атмосфері, оцінюється від десяти діб до півроку. Слід зазначити, що у відпрацьованих газах автомобільних двигунів міститься більш 200 токсичних хімічних сполук, велика частина яких представляє різні вуглеводні. Крім прямого негативного впливу на людину, викиди від автотранспорту наносять і непрямої шкоди. Так, підвищення концентрації кінцевого продукту горіння автотранспортного палива - діоксид вуглецю, призводить до глобального підвищення температури земної атмосфери (так званий парниковий ефект). На думку багатьох експертів, наслідком цього, є такі природні катаклізми, як масштабні пожежі в Південно-Східній Азії, Америці, Сибіру, повені в Європі й Азії.

З'єднання сірки та оксиди азоту, що викидаються в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів, піддаються хімічним перетворенням, формуючи різні кислоти і солі. Такі речовини повертаються на землю у вигляді "кислотних" дощів. Дослідниками доведено, що кислотні опади наносять значну шкоду водняним екосистемам, ведуть до знищення фауни, викликають підвищену корозію металів і руйнування будівельних конструкцій. Крім того, оксиди азоту сприяють фарбуванню повітря в коричневий колір, а в сполученні з різними аерозолями викликають грязьовий туман (смог), погіршуючи видимість.

Реальні кількісні оцінки шкідливих викидів від автомобільного транспорту вкрай важкі. Це зв'язано з тим, що автомобіль є мобільним джерелом з несталим процесом виділення шкідливих речовин.. Головними причинами підвищеного забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом є: незадовільна якість автотранспортного палива; низькі техніко-експлуатаційні показники парку автотранспортних засобів. Обидва ці фактори впливають на забруднення атмосфери як безпосередньо (наприклад, через неефективне спалювання палива), так і побічно (через невиправдано високу витрату палива).

Основними проблемами, зв'язаними з якістю автотранспортних палив, є :

- низьке октанове число в більшій частині реалізованих бензинів;
- незначні обсяги виробництва зимових сортів дизельного палива.

І тому, такий стан речей не дає гарантій ефективного використання нафтопродуктів, призводить до необхідності підвищеного споживання автотранспортних палив і знижує ресурс двигунів автомобілів. До того ж в Україні реалізується значна частина так званих етилованих (тобто утримуючих свинець, бензину). Формулювання " значна частина" викликано тим, що після приватизаційних процесів, що пройшли в нафторосподільному секторі, значно зменшився контроль за кількістю і якістю нафтопродуктів, що поставляються на ринок.

Використання високо потужних, енергетичних засобів, з надмірними габаритами, під час руху по ґрунтових дорогах призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту, що спричиняє руйнування структури гумусу та відповідно, затrudненому проростанню рослин.

Ґрунт - найважливіший ресурс людства. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Практика виробничо-дослідного господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечне в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Дуже часто на автомобільних підприємствах, технічне обслуговування автомобілів проводиться не на належному рівні: а) відпрацьовані оливи зливаються на землю; б) зношені шини спалюються безпосередньо на землі. Злив відпрацьованих олив приводить до забруднення ґрунту, а спалювання шин, приводить до вигорання родючого шару ґрунту і забруднення атмосфери продуктами згоряння. Щоб уникнути таких негативних явищ, слід відпрацьовані оливи збирати в ємність для подальшої переробки, а зношені шини відправляти на утилізацію у відповідні спеціалізовані підприємства.

Пасивне відношення до паливо - мастильних матеріалів, також призводить до знищення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, автомобільна техніка викидає у повітря значну кількість шкідливих речовин, що спричиняють значне

забруднення атмосфери. Тому, правильне зберігання і використання нафтопродуктів - один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря. Для запобігання підтікання паливо - мастильних матеріалів з автомобільних засобів, на у автомобільних підприємствах проводиться контроль стосовно періодичних технічних обслуговувань або усунення несправностей окремих вузлів.

Слід зазначити, що під час експлуатації автомобілів, слід вибирати такі швидкісні режими, які б відповідали екологічним показникам технічних умов. Під час зберігання нафтопродуктів, слід використовувати стаціонарні резервуари, дрібну нафтотару. Резервуари для нафтопродуктів, що не є легкими, обладнують вентиляційними пристроями.

При зберіганні бензину, вільне сполучення внутрішнього середовища резервуарів з атмосферою недопустиме, оскільки це призводить до його значних втрат. Тому всі отвори резервуарів з нафтопродуктами, що легко випаровуються, повинні бути щільно закриті.

Одним з найбільш використовуваних ресурсів у побуті - вода. Найбільшим її споживачем є сільське господарство.

Основним завданням охорони довкілля є дбайливе ставлення до неї, збереження та створення сприятливих умов для життя суспільства.

Біля території СТО знаходиться незначна кількість невеликих потічків та відкритих водойм. Тому, від робочого персоналу по обслуговуванню автомобілів вимагається належне ставлення до відпрацьованих рідин (зливати у відповідні ємкості для подальшої утилізації у відповідних передбачених законом місцях) [2]. Хімічні рідини, що призначені для миття агрегатів чи кузова автомобіля, необхідно зберігати в типових складських приміщеннях.

Також, пост зовнішнього миття автомобілів та вантажної техніки, необхідно обладнати устаткуванням для повторного використання води, а стічні води від інших приміщень (загального користування), направляти у

відстійники та після певного часу зберігання, вивозити спеціальним транспортом.

Висновки до розділу 4

Описано заходи для забезпечення безпеки і охорони праці під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля. Змодельовані ризикові ситуації, що можуть виникнути під час дистанційної діагностики автомобіля.

Надано опис заходів з пожежної безпеки в приміщенні, де здійснюються експериментальні та діагностичні спостереження.

Виправдано та методично представлено організаційно-технічні рекомендації на період проведення дистанційної діагностики автомобілів.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічні витрати

Економічні витрати автомобіля з електронним керуванням під час аварійного режиму роботи, можуть бути значними і включати різні аспекти.

Ось деякі із можливих:

Ремонт електроніки. В аварійних ситуаціях, може виникнути необхідність у серйозному ремонті або заміні електронних компонентів і систем.

Вартість зазначених вище робіт може бути значною, через високу складність сучасних електронних систем [7].

Вартість заміни частин. Якщо аварійний режим призвів до пошкодження виконавчих елементів автомобіля (давачі, блоки управління і інш.), то вартість їх заміни або відновлення можуть бути досить значні.

Втрати від зупинки. Якщо автомобіль перебуває в аварійному режимі, це може призвести до зупинки або обмеження його функцій. А також спричинити втрати для власників, пов'язані з невикористанням транспортного засобу.

У випадку аварії, пов'язаної з електронікою, можуть збільшитися страхові витрати, особливо якщо необхідно відновлювати чи здійснювати заміну дорогих електронних елементів.

Визначення та усунення проблем у системах електронного керування, може вимагати великих трудовитрат та витрат на діагностику.

У загальному, слід зазначити, що економічні витрати в аварійному режимі для автомобіля з електронним керуванням, можуть бути значними через високотехнологічні компоненти, складність діагностики та ремонту.

5.2 Вплив електронного давача фаз на економічність роботи бензинового двигуна

Давач фаз, важливий для подачі палива у бензинових двигунах. Його вплив на економічні показники може бути дуже значним.

Ось деякі аспекти, які пам'ятати:

- Ефективність споживання палива (паливна ефективність). Давач фаз у автомобільному двигуні, оптимізує подачу палива, що забезпечує ефективне їхнє згоряння. А це відповідно, позитивно впливає на споживання палива та зменшує викиди.
- Зменшення шкідливих викидів. Сенсор фаз дозволяє уникнути збільшення витрати палива, для його згоряння. Це дозволяє двигуну працювати оптимально і зменшує кількість шкідливих викидів у атмосферу.
- Збереження каталізатора. Давач фаз, досить суттєво відображає стан роботи каталізатора, який відповідає за зниження рівня шкідливих викидів. Правильна робота сенсора, дозволяє підтримувати ефективність каталізатора і зменшує його зношення (за процесу зайвої подачі палива).
- Максимальна потужність. Зазначений сенсор, також може впливати на максимальну потужність двигуна, підтримуючи його функціонування на оптимальному рівні.
- Тривалість експлуатаційного періоду двигуна. Правильна робота сенсора фаз, може сприяти збереженню двигуна, зменшуючи його знос та забезпечуючи оптимальні умови роботи.

5.3 Дослідження експлуатаційних витрат автомобіля, за некоректної роботи давача фаз

Використання комп'ютерного діагностичного обладнання для аналізу електронного блоку керування автомобілем, дозволяє вчасно виявляти проблеми у роботі виконавчих електронних елементів, які формують або

коригують електричні сигнали від робочих механізмів, що контролюються блоком управління. Для розрахунку економічних втрат, коли досліджуваний автомобіль потрапляє в аварійний режим роботи (за неякісної роботи давача фаз), використовується методика, яка детально описана у джерелі [5].

Отже, витрати на експлуатацію автомобіля будуть визначатися за наступною формулою:

$$Z = Z_n + Z_{зм} + Z_{ТО} + Z_{ав} + Z_{ш} + Z_{зн} \quad (6.1)$$

де Z_n – витрати на пальне;

$Z_{зм}$ – витрати на змащувальні матеріали, $Z_{зм} = 1,8$ грн./км;

$Z_{ТО}$ – витрати на технічне обслуговування;

$Z_{ав}$ – витрати на амортизаційні відрахування;

$Z_{ш}$ – витрати на шини, $Z_{ш} = 0,19$ грн./км;

$Z_{зн}$ – витрати на заробітну плату водія, $Z_{зн} = 10,00$ грн.

Грошові витрати на придбання палива (з справною і несправною системою) визначаємо за відомою формулою:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{C_n^{\bar{}} \cdot g}{100} \quad 6.2$$

де, $C_n^{\bar{}}$ – вартість палива, $C_n^{\bar{}} = 53,00$ грн./л;

g – витрата палива (з несправною системою), $g = 12,0$ л/100 км.

Тоді:

$$Z_n^{\bar{}} = \frac{53,00 \cdot 12,00}{100} = 6,60 \text{ грн/км}$$

Тоді, із справною системою:

$$Z_n^{\text{с}} = \frac{C_n^{\text{с}} \cdot g_n}{100}, \quad 6.3$$

де, $g_{п.п}$ – витрата палива із справною системою, $g_{п.п} = 9,5$ л/100 км.

Отже:

$$Z_n^{\text{с}} = \frac{53,00 \cdot 9,5}{100} = 5,03 \text{ грн/км}$$

Розрахунки показують, що витрати на придбання палива для автомобіля з справною системою є нижчими, відносно несправної.

Тоді, витрати на ТО автомобіля:

$$Z_{то} = N_{тр} \cdot l_{тр} \cdot 10^{-3} \text{ грн./км} \quad 6.4$$

де, $N_{тр}$ – витрати на автомобіль з модернізованою системою і базовою, $N_{тр} = 82,2$ грн./1000 км.

$$Z_{то} = 72,2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,0822 \text{ грн/км}$$

Витрати на амортизаційні відрахування:

$$Z_{амор} = \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_B}{10^5} + \frac{Ц \cdot l_p \cdot A_{кап.р}}{10^5}, \text{ грн} \quad 6.5$$

де, $Ц$ – балансова вартість автомобіля, $Ц = 150600,00$ грн.;

A_B – нормативні амортизаційні відрахування, $A_B = 0,22$;

l_p – річний пробіг, приймаємо $l_p = 15500$ км;

$A_{кап.р}$ – нормативні відрахування на капітальний ремонт, $A_{кап.р} = 0,14$

$$Z_{амор} = \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,22}{10^5} + \frac{150600 \cdot 15500 \cdot 0,14}{10^5} = 5135,50 + 3268,02 = 8403,52 \text{ грн.}$$

Згідно виразу (6.1), отримаємо:

- для несправної системи

$$Z = 6,60 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 18,95 \text{ грн/км;}$$

- за справної

$$Z = 5,03 + 1,8 + 0,0822 + 0,22 + 0,25 + 10,00 = 17,38 \text{ грн./км.}$$

А за річний пробіг витрати будуть становити ($b = 0,01$ - коеф., що враховує простій автомобіля, тобто пробіг рівний близько 14850 км/рік):

- зі справною

$$Z_D = 17,38 \cdot 14850 = 258093,00 \text{ грн./рік;}$$

- несправної

$$Z_D = 18,95 \cdot 14850 = 281407,50 \text{ грн./рік.}$$

Отже, річні економічні витрати від некоректної роботи витратоміра повітря, склали:

$$E = 281407,50 - 258093,00 = 23314,50 \text{ грн./рік}$$

Висновки до розділу 5

Неякісне функціонування давача фаз у газорозподільчому механізмі двигуна з електронним управлінням, спричиняє перехід електронного блоку у аварійний режим. Це, в свою чергу, призводить до підвищення норм витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин у атмосферне середовище. Даний негативний процес функціонування давача, призводить до щорічних економічних збитків, оцінених приблизно у суму 23314,50 гривень на рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Обґрунтування техніко-економічних показників двигунів, вказує на важливу роль, яку відіграє привод газорозподільчого механізму та його контролююча частина (давач кількості обертів розподільчого валу).

Представлений спосіб розрахунку об'єму повітря у впускному трубопроводі, надзвичайно пов'язано з давачем фаз, так, як даний процес контролюється електронним блоком управління на подачу ширини імпульсу інжекторів, особливо коли необхідного подати паливо чи вимкнути під час «Такту випуску».

Нами виконаний тепловий розрахунок інжекторного двигуна, як при належному, так і при несправному функціонуванні датчика фаз.

Отримані результати показали, що ефективна теплота склала 22% у випадку несправності та 24% у справному стані датчика фаз.

Методика використання віброапаратури при діагностуванні двигунів, дозволяє встановити широкі межі значень зазорів у клапанах ГРМ. При допуску на зазор у впускному клапані 035 ± 005 мм, величина сигналу віброімпульсу склала -150-182 мВ. Будь-які перевищення амплітуди сигналу віброімпульсу, вимагають регулювання зазорів або заміни гідроштовхачів.

Провівши дослідження газорозподільчого механізму та контролюючого електронного елементу – давача фаз, отримали:

- За некоректної його роботи, ширина імпульсу інжектора склала 2,9 мсек., а за справного – 3 мсек;
- Вихідний сигнал (за різних швидкісних режимів роботи двигуна) досягнув май же сталого значення 3,5 В;
- Зміна вихідного сигналу спостерігається, лише по частоті імпульсів, під час підвищення обертів колінчастого валу двигуна.

Описано заходи для забезпечення безпеки і охорони праці під час проведення комп'ютерної діагностики автомобіля. Змодельовані ризикові ситуації, що можуть виникнути під час дистанційної діагностики автомобіля.

Надано опис заходів з пожежної безпеки в приміщенні, де здійснюються експериментальні та діагностичні спостереження.

Виправдано та методично представлено організаційно-технічні рекомендації на період проведення дистанційної діагностики автомобілів.

Неякісне функціонування давача фаз у газорозподільчому механізмі двигуна з електронним управлінням, спричиняє перехід електронного блоку у аварійний режим. Це, в свою чергу, призводить до підвищення норм витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин у атмосферне середовище.

Даний негативний процес функціонування давача, призводить до щорічних економічних збитків, оцінених приблизно на суму 23314,50 гривень на рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гутаревич Ю. Ф. Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. К.: Арістей. 2006, 292 с.
2. Гряник І. М., Лахман С.Д. та інші Охорона праці: Київ.: Урожай. 1994, 187 с.
3. Клименко Л. П., Прищепов О.Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами : [навч. посібник]. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. П. Могили, 2013. 132 с.
4. Кисликов В., Лищук В. Будова і експлуатація автомобілів/ Вид. Либідь.К.: 2018, 400 с.
5. Мазепа С. С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобіля. Львів: Видавництво НУЛП, 2004, 168 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Київ: Знання-Прес, 2003, 511 с.
7. Розрахунок економічної ефективності механізму. Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.google.com/url>.
8. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі. Ч.2. Електрообладнання. Навчальний посібник. Вища школа, 2001. 180с.
9. Шевчук Р.С. Трактори і автомобілі: основи теорії (питання, завдання та відповіді): навчальний посібник). Львів:Львівський національний аграрний університет, 2016, 236 с.
10. Грицук І.В., Вербовський В.С., Володарець М.В., Краснокутська З.І., Погорлецький Д.С., Бородін С.І. Особливості розробки циклу теплової підготовки транспортного двигуна за допомогою теплового акумулятора. Матеріали V міжнародної науково-технічної інтернет 33 конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 20-21 листопада 2017 р ХНАДУ, Харків, 2017, С. 25 – 27.
11. Двигуни внутрішнього згоряння : [підручник]: у 6 т. / [за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф.

Шеховцова].:Т.2: Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. Харків : Видавн. центр НТУ «ХП», 2004, 367 с.

12. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: Підручник. К.: Каравела, 2009, 400с.

13. Дяченко В.Г., Саловський В.С., Кропівний В.М. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник; За ред. к.т.н. В.Г. Дяченка, к.т.н. В.С. Саловського. Кіровоград: КДТУ, 2003. 266 с.

14. Навчальне середовище «Electude»/ Електронний ресурс, режим доступу: <https://lnau.electude.eu>.

15. Войтов В. А., Чепурний Ю.В. Метод віброакустичного дослідження клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Збірник наукових праць. 2020. N 2. P.72. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v2.20>.

16. Яценко К.Г., Блещенко М.О., Коростильов Г.Л., Чепурний Ю.В. Експериментальне дослідження віброакустичним методом клапанного механізму двигуна внутрішнього згорання. Системи озброєння і військова техніка. 2020. N 1(61). С. 177-182. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.21>.

17. Бороденко Ю.М., Гнатов А. В., Щ.В. Аргун Щ. В. Б83 Мехатронні системи автомобіля. Частина 1. Силовий привід: підручник. Харків : ХНАДУ, 2023. 300 с.

18. Яким Р. С. Приводи транспортних машин: навчальний посібник. Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету ім. Івана Франка, 2020, 240 с.

19. Клименко Л. П., Прищепов О. Ф., Андреев В. І., Голдун В. Ю. Елементи електронних систем керування автомобільними двигунами: навч. посіб. для студентів ВУЗів. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2013, 132 с.

20. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. 6-те вид. К.: Либідь, 2006, 400 с.

21. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія. Навчальний посібник К.: Арістей, 2007, 288 с.

22. Максимов В.Г. Загальні принципи діагностування електронних систем автомобіля. Наука і техніка, 2012, 392с.
23. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інш. Діагностування електронних систем автомобіля (базовий прилад - тестер KTS 570): метод. посіб. за ред. О.Ф. Дащенко: Наука і техніка, 2012, 186с.
24. Оборський Г.О., Максимов В.Г., Ніцевич О.Д. та інш. Засоби та методи діагностування систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування (базовий прилад - комплекс FSA-740) : метод. посіб., за ред. М.Б. Копитчука: Наука і техніка, 2012, 188с.
25. Максимов В.Г., Ніцевич О.Д., Дрома І. А. Основи методів діагностування електронних систем керування автомобілем. Праці Одеського політехнічного університету, 2013. Вип.3(42), с. 60-65.
26. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. 2003, 250 с.
27. Біліченко В.В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2012. 118 с.