

ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ КОНКУРС СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ РОБІТ
З ПРИРОДНИЧИХ, ТЕХНІЧНИХ І ГУМАНІТАРНИХ НАУК
зі спеціальності «Енергетичне машинобудування»
секція “Двигуни та енергетичні установки”

ШИФР «ЕКОЛОГІЧНІСТЬ ДВЗ»

**Вплив технічного стану деталей механізму газорозподілу, систем
живлення та запалювання на екологічну безпеку двигуна внутрішнього
згоряння**

Вплив технічного стану деталей механізму газорозподілу, систем живлення та запалювання на екологічну безпеку двигуна внутрішнього згоряння

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Деталі, що впливають на екологічний стан ДВЗ.....	4
Знос деталей механізму газорозподілу, систем живлення та запалювання.....	5
Дослідження і конструкторсько-технологічні пропозиції.....	16
Висновок.....	22
Список використаної літератури	23

ВСТУП

Двигун внутрішнього згорання – це тепловий двигун, в якому відбувається перетворення частини хімічної енергії палива, що згоряє в механічну енергію. Істотне поділ двигунів на категорії - це поділ за робочого циклу на 2-х та 4-х тактний. За способом приготування горючої суміші з зовнішнім (зокрема карбюраторні) і внутрішнім (наприклад дизелі) сумішоутворенням. По виду перетворювача енергії ДВС поділяються на поршневі, турбінні, реактивні та комбіновані.

Коефіцієнт корисної дії двигуна внутрішнього згорання – 0,4-0,5. Перший ДВС сконструйований Е. Ленуаром в 1860. Вперше чотиритактний двигун був представлений Николаусом Отто в 1876 році і тому він також носить назву двигуна з циклом Отто. Більш грамотна назва такого циклу – чотиритактний цикл. В даний час це найбільш розповсюджений вид двигуна для автомобілів.

Принцип роботи двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Дія поршневого двигуна внутрішнього згорання засноване на використанні тиску теплового розширення нагрітих газів під час руху поршня. Нагрівання газів відбувається в результаті згорання в циліндрі паливо-повітряної суміші. Для повторення циклу відпрацьовану газову суміш потрібно випустити в кінці руху поршня і заповнити новою порцією палива і повітря. В крайньому положенні відбувається підпал палива від іскри свічки. Впуск і випуск палива і продуктів згорання відбуваються через клапана, керовані механізмом газорозподілу і системою подачі палива.

Деталі, що впливають на екологічний стан ДВЗ

Клапанний механізм газорозподілу грає істотну роль в організації циклу роботи двигуна і впливає на перебіг термодинамічних процесів і, як наслідок, на техніко-екологічні показники, деякі деталі і їх поверхні працюють у важких умовах (високі температури, тиск, тертя ковзання при незадовільних умовах змащення). Такі деталі, як сідла, впускні і випускні клапани забезпечують герметичність робочого об'єму циліндра двигуна, а геометрія робочих поверхонь кулачків розподільних валів, важелів (коромисел), штовхачів забезпечують необхідні фази газорозподілу, які здійснюють наповнення циліндра двигуна свіжим зарядом і його очищення, підтримуючи при цьому необхідний параметр "час-перетин". Клапани переміщуються в напрямних втулках, і проміжок між ними при верхньому розташуванні розподільного валу ущільнюється масловідбійним ковпачком (сальником клапана). Приводи розподільчих валів від колінчастого валу бувають зубчасті, ланцюгові, ремінні.

Пригорання, окислення і знос робочих фасок клапанів і сідел, веде до витоку свіжого заряду і газів з робочого простору. При цьому знижуються всі техніко-економічні параметри, що призводить до збільшення неповноти згоряння та утворення окису вуглецю і вуглеводнів, але при цьому знижується утворення оксидів азоту. У зв'язку з чим, вже під час першої перебирання двигуна необхідно відновлювати якість і геометрію робочих поверхонь клапанів і сідел, шляхом розгортання, перешліфування і притирання зазначених поверхонь. При капітальному ремонті зазначені деталі бажано замінити.

За рахунок зносу стрижня клапана і внутрішньої поверхні напрямних втулки відбувається збільшення зазору в цьому сполученні. І, як наслідок, може погіршуватися посадка тарілки клапана в сідло і порушення герметичності робочого об'єму. Додатково при зносі або втрати еластичності масловідбиваючих ковпачків в процесі такту всмоктування в робочий об'єм

надходить масло і картерні гази, що порушує оптимальне співвідношення палива і повітря в бензинових і газових двигунах, збільшуючи в вихлопних газах кількість окису вуглецю і вуглеводнів. Найчастіше незадовільний стан масловідбиваючих ковпачків - є одна з причин надмірно підвищеного витрати масла і відмов циліндрів в результаті попадання масла на електроди свічки запалювання. В ході такту випуску при незадовільному стані вузла стрижень клапана - направляюча втулка і масловідбиваючий ковпачок, відбувається додаткова перетікання відпрацьованих газів в простір картера зі збільшенням кількості картерних газів, які, згодом повертаючись, за допомогою системи вентиляції картера в робочий простір циліндра порушують оптимальні умови спалювання палива і погіршують екологічні параметри двигуна.

Знос деталей механізму газорозподілу, систем живлення та запалювання

Знос деталей механізму газорозподілу також надає істотну роль в зниження техніко-економічних і екологічних параметрів двигуна. Поверхні деталей, що працюють в умовах тертя ковзання, особливо в конструкціях з верхнім розташуванням розподільного валу, відчувають високі тиску (до 200 кг / мм²) за рахунок лінійного сполучення при граничних умовах змащення. Це призводить до значного зниження ресурсу таких деталей як розподільний вал, важіль або коромисло, штовхач (для конструкції з нижнім розташуванням розподільного валу). Якщо знос важелів, коромисел і штовхачів можна компенсувати за рахунок проведення регулювання теплових зазорів в механізмі газорозподілу, що проводиться в установлені інструкцією на експлуатацію терміни, то знос кулачків розподільного валу не компенсується і впливає на всі параметри роботи двигуна.

Знос кулачка розподільного валу в процесі експлуатації двигуна може доходити до 2 мм (численні дані з досвіду дефектації та ремонту двигунів автомобілів ВАЗ) для двигунів легкових автомобілів. Звісно такі зноси будуть серйозно впливати на фази газорозподілу, зменшуючи "час-перетин"

клапанного механізму, погіршуючи процеси наповнення та очищення циліндра, збільшуючи втрату тиску при всмоктуванні і коефіцієнт залишкових газів, які мають досить великий вплив на екологічні показники двигуна.

Пропускний перетин клапана з умов нерозривності потоку і забезпечення необхідної середньої швидкості газу (45-75 м / с) може бути підраховано по формулі (1.1).

$$f = 2\eta\gamma dh_k \cos\alpha \quad (1.1)$$

Де η - коефіцієнт повноти кулачка;

γ - кут дії (номінальний без урахування його зменшення за рахунок зазору в приводі), радий;

- діаметр тарілки клапана, м;

h_k - повний підйом клапана, м;

α - кут фаски клапана, °.

Коефіцієнт повноти профілю кулачка (1.2)

$$\eta = \frac{\int_0^\gamma z \alpha \beta}{h\gamma} \quad (1.2)$$

де z - поточний підйом штовхача, м;

h - повний підйом штовхача, м;

β - кут повороту колінчастого вала, про;

γ - номінальний кут дії, °.

Пропускний перетин клапана внаслідок зносу кулачка розподільного валу (1.3)

$$f - 2\eta\gamma d(h_k - \delta) \frac{l_{\text{кул}}}{l_k} \cos\alpha \quad (1.3)$$

де δ - величина зносу розподільного вала, м;

$l_{\text{кул}}$ і l_k - відповідно довжини плечей кулачка або клапана на важелі або коромислі щодо осі їх кочення, м.

Зміна втрати тиску на всмоктуванні дорівнюватиме (1.4)

$$\Delta P_k = \frac{\gamma_k}{2g} (1 + \xi_k) \left(\frac{SF}{30}\right)^2 \frac{n^2}{f^2} \quad (1.4)$$

або в разі зносу кулачка розподільного валу (1.5)

$$\Delta P_k = \frac{\gamma_k(1+\xi_k)\left(\frac{SF}{30}\right)^2 n^2}{\left[2\eta d(h_k-\delta)\frac{l_{\text{кул}}}{l_k}\cos\alpha\right]^2} \quad (1.5)$$

де γ_k - щільність заряду, $\gamma_k = \frac{10^4 P_k}{RT}$, кг / м³;

S і F відповідно хід і площа поршня, м;

ξ_k - коефіцієнт опору впускної системи;

n - число обертів двигуна, об / хв.

З формули (1.5) видно, що для даних розмірів циліндра, величини і оборотів двигуна збільшення втрати тиску на всмоктуванні в результаті зносу кулачка розподільного валу буде зростати по квадратичній залежності, що відчутно позначиться на коефіцієнтах наповнення циліндрів і на тиску і температурі наступних тактів роботи двигуна .

Тиск залишкових газів і тиск в кінці такту впуску залежать від опорів випуску і впуску: чим вище ці опору, тим вище і нижче. Отже, чим більше

опору випуску і впуску, тим менше коефіцієнт наповнення двигуна, який являє собою відношення дійсної кількості свіжого заряду надійшов в циліндр в процесі наповнення, до теоретично можливої при даних тиску і температурі навколишнього середовища.

$$\eta_H = \frac{V_o}{V_s} \quad \text{або} \quad \eta_H = \frac{\varepsilon P_a T_o}{\varepsilon - 1 P_o T_a} \frac{1}{1 + \gamma_r} \quad (1.6)$$

де γ_r - коефіцієнт залишкових газів

$$\gamma_r = \frac{M_r}{M_a} \quad (1.7)$$

де M_r - кількість залишкових газів, к/моль;

M_a - кількість свіжого заряду, к/моль.

Таким чином, знос кулачків розподільного валу, в кінцевому підсумку веде до погіршення наповнення циліндра свіжим зарядом і, відповідно, впливає на техніко-економічні та екологічні показники роботи двигуна.

Несправності і порушення регулювань паливної системи двигуна мають найбільший вплив на всі параметри його роботи і, в першу чергу, на кількість шкідливих викидів.

Паливні системи різних типів двигунів принципово відрізняються один від одного. Найбільш поширені:

- 1) карбюраторних для бензинових двигунів;
- 2) система безпосереднього уприскування з електронною системою управління подачі палива і випередження запалювання для бензинових двигунів;
- 3) паливні системи дизельних двигунів з паливним насосом високого тиску;
- 4) паливні системи газових двигунів.

Однак характерним для всіх систем є те, що, з метою відновлення їх основних параметрів, вони досить легко піддаються регулювань, ремонтам не

потребують розбирання двигуна і великих витрат, а також швидкої їх заміни на нові або справні. Будь-яка паливна апаратура навішати на двигун і легко доступна в експлуатації.

Ресурс окремих деталей або вузлів паливної апаратури помітно поступається ресурсу двигуна до капітального ремонту.

Найбільшого поширення серед бензинових двигунів до 90 років ХХ століття в світі мали карбюраторні паливні системи, а в нашій країні і досі вони переважають серед автомобілів вітчизняного та російського виробництва, хоча постійно нарощується випуск двигунів з системами безпосереднього уприскування і електронним управлінням процесу. Практично всі закордонні фірми в даний час відмовилися від виробництва автомобілів з карбюраторною системою, яка за екологічними параметрами поступається сучасним системам впорскування. Однак величезна армія автомобілів старого виробництва продовжує експлуатуватися на дорогах і вулицях нашої країни, і це викликає необхідність звертати увагу на їх технічний стан.

Сучасні карбюратори є складними пристроями, що мають конструктивні вузли, дія яких спрямована на підвищення економічності і зниження кількості шкідливих домішок у вихлопних газах.

Своєчасне проведення профілактичних робіт, які полягають в чищенні всіх паливних і повітряних каналів і жиклерів, а також регулюванню рівня палива в камері поплавця і якості суміші в системі холостого ходу, повертає техніко-економічні та екологічні параметри роботи двигуна до норми.

Однак при досягненні пробігу автомобіля 80-100 тис. Км, спостерігаються знос прохідних перетинів жиклерів, запірних голок, засмічення, корозія і відкладення різних речовин, а так само закоксування всіх каналів, особливо в районі дросельних заслінок. Крім того, можливий вихід з ладу електромагнітного клапана, електронного блоку управління,

пневмоклапана системи примусового холостого ходу. Це призводить до різкого погіршення всіх параметрів роботи двигуна, а часто і до його відмови. У цьому випадку проводиться заміна зношених деталей або карбюратора в цілому.

Сучасні системи безпосереднього впорскування палива на відміну від карбюраторних, дозволяють підтримувати на всіх режимах роботи двигуна, в тому числі і в режимі холостого ходу, коефіцієнт надлишку повітря близько до одиниці, що забезпечує високу економічність і зниження вмісту CO і CxHx в вихлопних газах.

Як правило, двигуни з безпосереднім уприскуванням палива обладнані нейтралізаторами каталітичного дії і датчиком -зонд (датчик кисню), розташованими в системі газовихлопу і додатково знижують кількість шкідливих викидів. Крім того, є система відсмоктування картерних газів і уловлювання парів палива з паливного бака, що включає абсорбер і електромагнітний клапан для його продувки.

Застосування системи безпосереднього впорскування дозволяє знизити вміст CO у вихлопних газах до 0,2%, тоді як у сучасних карбюраторних двигунів цей показник знаходиться в межах 0,5-1,2%.

Експлуатація двигунів з електронними системами безпосереднього уприскування показала високу їх надійність і довговічність. Є відомості про безвідмовної роботи таких систем протягом 300 тис. Км і більше пробігу автомобіля при своєчасному проведенні профілактичних робіт, які полягають в чищенні форсунок, паливних і повітряних каналів, в чищенні і знежирення контактів роз'ємів. Чи не задовільний стан останніх часом буває однією з головних причин виникнення відмов в системі. Рідкісні випадки виходу з ладу окремих датчиків, обривів проводів досить легко виявляються системою самодіагностики двигуна, вкладеної в програму електронного блоку керування або спеціальними діагностичними приладами на станціях

технічного обслуговування. Виявлення дефекту і заміна окремих елементів системи характеризується незначною трудомісткістю робіт. І тільки паливний насос і каталізатор мають обмежений термін служби не більше 150-250 тис. Км пробігу і досить чутливі до якості бензину. Застосування етилованого видів палив в таких системах вкрай не бажано, так як тетраетилсвинець, відкладаючись на пластинах каталізатора, знижує його здатність допалювати СО і вуглеводні до повного припинення цієї функції, мають місце випадки відмови двигуна при внутрішньому руйнуванні каталізатора, коли повністю порушується прохідність вихлопних газів.

Як показує досвід експлуатації двигунів, обладнаних системою безпосереднього впорскування палива, до 200 тис. Км пробігу вміст окису вуглецю у вихлопних газах збільшується в 2-3 рази. Зазвичай термін служби нейтралізатора не перевищує 5-6 років експлуатації.

Дизелі застосовуються на вантажних автомобілях, автобусах і мікроавтобусах в якості транспортних і суднових двигунів і рідше на легкових автомобілях. Паливна апаратура дизеля має в своєму складі паливний насос високого тиску, що розвиває тиск палива 40-80 МПа, і впорскує його допомогою форсунок безпосередньо в циліндри двигуна, де воно в дуже обмежений проміжок часу має в вигляді дрібнорозпиленних частинок однорідно перемішатися по всьому об'єму з повітрям, утворюючи при цьому горючу суміш, і спалахнути від температури свіжого заряду і стінок циліндра. Якість розпилу визначає повноту згорання палива, ККД двигуна, що розвивається потужність, динаміку роботи, а також екологічні показники. Незадовільний розпил призводить до утворення в обсязі камери згорання не однакових за концентрацією зон горючої суміші. Є зони, де взагалі відсутня горюча суміш або її концентрація вкрай низька, а є зони, де спостерігається перебагачення або навіть наявність крапель палива, що призводить до утворення в цих зонах великої кількості окису вуглецю і незгорілих вуглеводнів. У зонах, де має місце висока температура,

відбувається утворення окислів азоту (для бензинового двигуна в районі свічки запалювання, в дизельному по всьому об'єму циліндра). На стінках циліндра, де є масляна плівка, йде інтенсивне утворення вуглеводнів і твердих частинок.

Якість розпилення палива оцінюється макро- і мікроструктурою факела розпорошеного палива, що характеризують ступінь відповідності форми струменя формі камери згоряння дизеля і обмеженість розпилу. В цілому якість розпилення є функція тиску палива в процесі упорскування, регулювання форсунки по тиску відкриття голки, діаметра і розташування соплових отворів розпилювача і ін. .

Основним вузлом ПНВТ є його плунжерні пара, точність виготовлення якої для отримання мінімального зазору в сполученні забезпечує тиск уприскування, відповідного якісному розпилу. В процесі експлуатації зазори в плунжерній парі ростуть, і якість розпилу погіршується. Цьому відповідає також знос кулачків приводного валу ПНВТ.

Розрахунок зміни тиску уприскування при збільшенні зазору в циліндричній парі скрутний, тому що вимагає гідродинамічного розрахунку процесу подачі палива, що базується на хвильових рівняннях

$$P = P_0 + F \left(t - \frac{x}{a} \right) - w \left(t + \frac{x}{a} \right) \quad (1.8)$$

$$C = \frac{1}{a\rho} \left[F \left(t - \frac{x}{a} \right) + w \left(t + \frac{x}{a} \right) \right] \quad (1.9)$$

де P - тиск палива, Па;

C - швидкість, м / с;

t - поточне значення часу, с;

x - поточна координата довжини трубопроводу;

P_0 - початкова (залишкове) тиск в трубопроводі, Па;

a - швидкість поширення хвилі тиску в паливі (зазвичай 1200 - 1600 м / с), м/с;

ρ - щільність палива, кг / м³.

Розрахунок проводиться в чотири етапи переміщення палива по ділянках системи.

Перетікання палива в плунжерній парі можуть бути оцінені з виразу (1.10)

$$w_{з.п.} = \mu_{з.п.} f_{з.л.} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_{н.} - P_{в.с.})} \quad (1.10)$$

де $w_{з.п.}$ - перетікання палива в плунжерній парі, м³ / с;

$\mu_{з.п.}$ - коефіцієнт витрати через зазори плунжерній пари;

$f_{з.л.}$ - площа в зазорі плунжерній пари, м²;

ρ - щільність палива, кг/м³;

$P_{н.}$ - тиск палива в нагнітальною порожнини плунжерній пари, Па;

$P_{в.с.}$ - тиск палива у всмоктувальній порожнини плунжерній пари, Па.

Визначення коефіцієнта витрати і площі в зазорі плунжерній пари також важко.

Знос робочих поверхонь голки і розпилювача паливної форсунки веде до погіршення розпилу з тими ж обтяжуючими обставинами, що і падіння тиску уприскування.

Термін служби плунжерних пар, протягом якого вони зберігають свою працездатність і прийнятні параметри впорскування становлять для швидкохідних дизелів 2500 годин, а для тихохідних - 4000 годин, для розпилювачів, відповідно, 1500 і 2000 годин.

Зазначені вироби підлягають ремонту шляхом притирання робочих поверхонь або заміни деталей.

Двигуни з газовою апаратурою мають досить високі екологічні показники, в вихлопних газах яких повністю відсутній свинець. Більш якісне сумішоутворення веде до більш повному згорянню зі зменшенням вмісту CO, CxHy, SO₂.

Однак експлуатація двигунів з газовою апаратурою має ряд негативних явищ, це утруднений запуск двигуна, роз'їдання резино-технічних деталей. Система запалювання бензинових і газових двигунів забезпечує займання пальної суміші в необхідний момент часу і є також відповідальною системою, від стану якої залежать техніко-економічні та екологічні показники. Дуже раннє запалення веде до виникнення явища детонації, що приводить до надмірних зносу і руйнування деталей ЦПГ двигуна. Занадто пізнє запалювання призводить до погіршення процесу згоряння суміші, при цьому знижуються температури і тиску циклу, ККД., економічність, потужність, двигун перегрівается, і в результаті підвищуються шкідливі викиди CO, CxHy, проте освіту NO_x зменшується.

Основним приладом системи запалювання є переривник-розподільник, а в сучасних конструкціях двигунів датчик-розподільник, в якому замість контактної групи переривника встановлений електронний мікроперемикач (датчик Холла), що видає імпульс напруги при проходженні через його зазор сталевого екрана з прорізами. Однак наявність відцентрового регулятора і вакуумного опережувача ускладнює конструкцію приладу за рахунок механічних приводів і підвищує навантаження на підшипникові вузли, зношуючи їх. У підсумку після пробігу автомобіля 80-100 тис. Км з'являються значні зазори в сполученнях, відбуваються порушення і збої в системі запалювання до повної відмови двигуна. Контакти в процесі експлуатації пригорають, і це призводить до погіршення іскроутворення. Пружина контактної групи втрачає свої пружні властивості, і при великих оборотах двигуна контакти не встигають замикатися.

Проведенням профілактичних робіт, пов'язаних з чищенням підгоріли поверхонь і регулюванням зазорів, можна підтримувати переривник-розподільник в працездатному стані з забезпеченням оптимальних параметрів роботи двигуна.

Датчики-розподільники запалювання двигунів з електронним уприскуванням палива не мають ні відцентрового регулятора, ні вакуумного опережувач запалювання. Зміна кута випередження запалювання на всіх режимах роботи двигуна проводиться сигналом електронного блоку управління уприскуванням і запаленням, який може видавати більше 250 різних варіантів кута випередження в залежності від параметрів роботи двигуна (навантаження, оборотів). Більш якісні матеріали, використовувані в таких приладах, дають можливість експлуатувати їх без проведення профілактичних робіт протягом усього терміну служби двигуна.

Стан електродів і ізолятора свічки запалювання також мають пряме відношення до параметрів роботи двигуна, забезпечуючи його працездатність, економічність і мінімальна кількість шкідливих домішок. Своєчасне проведення профілактичних робіт, а також заміна свічок після вироблення їх ресурсу (від 30 тис. Км до 60 тис. Км для різних типів і фірм виробників) дозволяє підтримувати нормальну роботу двигуна.

Термін служби катушок запалювання та інших електронних приладів може прирівнюватися до ресурсу двигуна.

Нормальний стан високовольтних проводів обмежується для вітчизняних і російських автомобілів 100-150 тис. Км пробігу, а іноземного виробництва - 300 і більше тис. Км.

Дослідження і конструкторсько-технологічні пропозиції.

Як приклад для підвищення екологічної безпеки ДВЗ, пов'язаної з роботою газорозподільного механізму двигунів ВАЗ, можна навести такі дослідження і конструкторсько-технологічні пропозиції.

Були проведені численні дослідження структури і механічних властивостей зношуються деталей, які показали наступне:

1) розподільні вали виготовляються з високоміцного чавуну з кулястим графітом марки ВЧ 60-3 і кулачки його мають поверхневе зміцнення з твердістю HRC 57 і більше одиниць. Структура металевої перлітної основи з подвійним легкоплавким фосфідом і мінімальним вмістом фериту і цементиту. Такий матеріал з відповідною структурою і механічними властивостями повинен забезпечити високу зносостійкість і ресурс деталі. Поверхневе зміцнення кулачків розподільного валу на заводі ВАЗ історично зазнало така зміна. Спочатку застосовувалася гарт ТВЧ, яка забезпечила товщину зміцненого шару до 3-5 мм. Потім в пошуках можливості отримання вищої поверхневою твердості і зносостійкості застосували азотування, що за рахунок нітридів заліза і легуючих елементів трохи підняла твердість, але при цьому товщина зміцненого шару не перевищувала 0,7 мм і фактично проблема вирішена не була. Справа в тому, що обстеження зношених двигунів ВАЗ показали, що зустрічаються розподільні вали з зносом кулачків на їх вершинах до 2 мм, при цьому двигуни залишалися працездатними, але, природно, з вкрай низькими техніко-економічними та екологічними параметрами. Надалі кулачки розподільних валів проходили спеціальне зміцнення у вигляді відбілу на спеціальному обладнанні, де зазначені поверхні «підплавлює» за допомогою індукційного нагріву, а потім охолоджувалися з підвищеною швидкістю. Зносостійкість кулачків помітно зросла, але проблема до кінця вирішена не була;

2) важелі газорозподільного механізму двигунів ВАЗ виготовлялися або з слаболегірованих сталей, або з сірого чавуну з подальшим азотуванням. Тобто, як більш дешева і легко замінна деталь, мала кілька гіршу зносостійкість. Однак, і такі обставини не повинні створювати серйозних проблем в процесі експлуатації подібних двигунів.

В ході проведених досліджень були перевірені механізми газорозподілу не менше п'ятдесяти двигунів ВАЗ моделей (2101, 2103, 2105, 2106, 21011), в результаті чого не встановлені закономірності катастрофічних зносів кулачків розподільних валів і важелів в залежності від номера циліндра і від виду клапана (впускного або випускного), хоча маси клапанів і тиску в циліндрі в момент їх підриву різні. При восьми сполучених парах (кулачок-важіль) безсистемних зустрічалися з граничний знос одна, дві і більше пар, при мінімальних зносах всіх інших. Були випадки граничного зносу однієї або 2-х пар на практично нових двигунах (до 10 тис. Км пробігу). На гранично зношених деталях проводилися виміри твердості, які показували їх значення в рамках норми.

На всіх розібраних двигунах проводився замір жорсткості клапанних пружин. В конструкції двигунів ВАЗ на кожному клапані встановлюється дві пружини, зовнішня - жорсткістю 300Н і внутрішня - 150Н. Насправді фактична жорсткість пружини відрізняється від номінальної. У технічній документації на виготовлення пружин обмовляється про допустимих граничних відхилень жорсткостей $\pm 20\%$ від номінального значення. Такий значний допуск пояснюється не стабільністю механічних властивостей, які деталі набувають при термічній обробці (в даному випадку пружини піддаються загартуванню з наступним відпуском).

У таблиці 1 на прикладі одного з розроблених двигунів ВАЗ наводяться значення зусиль стиснення клапанних пружин в гранично робочому стані і знос кулачків розподільного вала.

Аналіз даних таблиці 1 показує, що навантаженні на кулачок розподільного вала двигуна ВАЗ рівній і більш 740м починається катастрофічний знос деталей, що сполучаються механізму, до цього навантаження знос знаходяться знос знаходяться в межах допустимих і забезпечують тривалий ресурс газорозподільного механізму.

Таблиця 1.

Зусилля стиснення клапанних пружин двигуна ВАЗ і знос кулачків розподільного валу.

Номер клапану	Зусилля стиснення зовнішньої пружини, Н	Зусилля стиснення внутрішньої пружини, Н	Сумарне зусилля стиснення пружин, Н	Знос кулачка розподільного валу, мм
1	475	265	740	1,05
2	485	290	775	1,82
3	500	270	770	1,78
4	445	270	715	0,03
5	435	290	725	0,05
6	485	285	770	1,76
7	470	260	730	0,05
	450	280	730	0,04

Таким чином можна зробити висновок, що якщо на клапан встановлені дві пружини, жорсткості яких наближається до максимального значення допуску щодо граничного відхилення, то в силу високого контактного тиску

в сполученні деталей масло видавлюється, виникає сухе тертя, і робочі поверхні деталей швидко зношуються.

Операції селективного відбору клапанних пружин по жорсткості на підприємстві-виробнику двигунів автомобілів не виробляються, в зв'язку з чим на клапані можуть виявитися дві найбільш жорсткі пружини, які і призводять до надмірних зносів. На іншому ж клапані можуть бути навпаки встановлені дві пружини з мінімальною жорсткістю і, відповідно, деталі приводу цього клапана матимуть ресурс, сумірний або навіть більше ресурсу двигуна в цілому. Однак при надмірному зносі хоча б одного кулачка розподільного валу доводиться замінювати повністю вал або, якщо це можливо, відновлювати зношений кулачок.

В результаті проведених досліджень з метою підвищення ресурсу газорозподільного механізму і відповідно підтримки екологічних параметрів двигуна на належному рівні необхідно здійснення наступних конструкторсько-технологічних заходів:

1) перед складанням головки циліндрів двигуна виробляти селективний відбір клапанних пружин по жорсткості з тим, щоб на одному клапані встановлювалися зовнішня і внутрішня пружини з мінімальною і максимальною жорсткістю в межах допуску або навпаки, або з граничним значенням сумарного зусилля від двох пружин було значення, наприклад , для двигунів ВАЗ (2101, 2103, 2105, 21011), які не более 730 Н;

2) для двигунів автомобілів не спортивного призначення переглянути величини жорсткостей пружин з метою їх зменшення, так як динамічні розрахунки показують, що для надійної роботи вузла при номінальних оборотах колінчастого валу 5600 об / хв досить мати сумарне зусилля пружин близько 100 Н. Можливий також варіант роботи вузла з одного зовнішньою пружиною, як це прийнято на деяких автомобільних двигунах. Такі експерименти на двигунах ВАЗ проводилися. Двигуни з однієї клапанної

пружиною жорсткістю 300 Н (їх було не менше ста) тривалий час експлуатувалися в різних умовах, у тому числі на гірських дорогах, і на різних режимах, включаючи режими роботи з максимальною частотою обертання колінчастого валу 5600 об / хв. Всі техніко-економічні та екологічні параметри залишалися в нормі. Явищ «втику» (зустрічі поршня з клапаном) при високих оборотах не відбувалося. Однак для сучасних двигунів з приводом розподільного валу ремінною передачею і при наявності спеціальних виточок в дно поршня для утопання в них клапанів, це явище абсолютно безпечно. Механізми газорозподілу двигунів, на яких внутрішні пружини знімалися на первинній стадії експлуатації, мали ресурс, що перевищує ресурс роботи двигуна в цілому до капітального ремонту;

3) для підвищення довговічності важелів механізму газорозподілу, виконаних з низьковуглецевої сталі, найкращим способом зміцнення, як показали дослідження, є цементація з подальшим низькотемпературним відпусткою для зняття внутрішніх напружень. Важелі, оброблені за даною технологією, мали ресурс, сумірний з ресурсом двигуна в цілому;

4) з метою забезпечення надійної і довговічної роботи деталей механізму газорозподілу при конструюванні двигунів необхідно відмовитися від кінематичної схеми, що застосовується на двигунах ВАЗ 2101 - 21011.

5) при проектуванні газорозподільних механізмів з метою зниження контактного тиску необхідно прагнути до збільшення довжини контакту сполучених деталей за рахунок збільшення ширини кулачка і ширини площадки важеля (коромисла), а швидкості ковзання домагатися малої.

Подібні технічні та технологічні рішення повинні проводитися на будь-якому типі і моделі ДВЗ, що забезпечить, поряд з надійністю і довговічністю газорозподільного механізму, зменшення кількості шкідливих викидів з відпрацьованими газами в навколишнє середовище і буде сприяти поліпшенню екологічної обстановки на планеті.

Авторами була проведена велика робота, пов'язана з підвищенням ресурсу газорозподільного механізму двигунів ВАЗ, а саме зі зменшенням жорсткості клапанних пружин приблизно на 30% шляхом вилучення внутрішніх пружин. Тривалі випробування на великій кількості двигунів і при тривалій експлуатації показали надійність роботи (не було жодного випадку поломки пружини і зустрічі поршня з клапаном при максимально встановлених оборотах двигуна) і довговічність вузла до капітального ремонту і після нього.

Висновок

Отже, технічний стан деталей механізму газорозподілу, систем живлення та запалювання двигуна внутрішнього згорання відіграє важливу роль в екологічній безпеці середовища. Тому, потрібно регулярно перевіряти їх працездатність та стан, змащувати деталі, проводити профілактичні роботи та замінити деталі, що працюють ненадійно.

В ході роботи було розглянуто вплив надійності деталей механізмів газорозподілу, а також систем запалювання та живлення на екологічну безпеку ДВЗ.

Розглянуті матеріали і технології виготовлення розподільних валів і важелів двигунів внутрішнього згорання.

Запропоновані шляхи підвищення надійності та довговічності механізмів газорозподілу двигунів ВАЗ.

Список використаної літератури

- 1.Кисликов В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В. Ф. Кисликов, В. В. Луцник. – К. : Либідь, 1999. – 400 с.
- 2.Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів : навчальний посібник / В. І. Сирота. – К. : Арістей, 2005. – 280 с.
- 3.Саанчук І.В., Ошовський В.В. Білецький В.С. Хімія і фізика горючих копалин.— Донецьк:Східний видавничий дім, 2008.— 600 с.
- 4.Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посібник / В. П. Сахно, Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. – К. : КВІЦ, 2004. – 174 с.

АНОТАЦІЯ

У анотації наукової роботи під шифром “Екологічність ДВЗ” «Вплив технічного стану деталей механізму газорозподілу, систем живлення та запалювання на екологічну безпеку двигуна внутрішнього згорання» зазначаються:

Мета: вивчення основних факторів зносу деталей, що впливають на техніко-економічні і екологічні параметри двигуна.

Завдання наукової роботи: Розглянути основні фактори, що впливають на знос деталей. Охарактеризувати вплив стану деталей на екологічну безпеку двигуна внутрішнього згорання. Розрахувати тривалість роботи деталей та їх заміну.

Загальна характеристика наукової роботи (структура, 22 сторінок, 4 використаних джерела, 1 таблиця).

Ключові слова: ДВЗ, знос, тривалість роботи, ресурс двигуна, технічний стан.