

Урок № 105 "Принцип електронного управління об'ємом циклової подачі палива дизельного двигуна»

Циклова подача палива — об'єм або маса палива, подана за один хід плунжера. У двигунів з акумуляторною паливною системою (Common Rail) за рахунок можливості управляти відкриттям форсунки незалежно від роботи ПНВТ з'являється можливість оптимізувати процес упорскування й згоряння палива за рахунок багатоімпульсної подачі:

Передвпорскування

Приблизно за 20-40° до ВМТ у циліндр впорскується невелика порція палива (5-30 % від основної циклової подачі) — передвпорскування, що дозволяє сформувати початковий фронт полум'я. У результаті температура й тиск газів у циліндрі плавно підвищуються, що сприяє кращому згорянню основної порції палива й знижує ударні навантаження на деталі двигуна. Передвпорскування стало застосовуватися на двигунах стандарту Євро-3, а починаючи з Євро-4 передвпорскування може бути й багатостадійним;

Подача першої частини основної порції палива

Приблизно за 2-7° до ВМТ починається подача першої частини основної порції палива, при цьому процес протікає як у звичайному дизелі з механічним ПНВТ за винятком того, що не відбувається різкого підвищення тиску в циліндрі (воно вже підвищилося при початку згоряння порції, що випереджає, палива), тому двигун працює з меншим шумом;

Подача палива на якийсь час припиняється

Подача палива на якийсь час припиняється й відбувається його більш повне згоряння

Подача другої частини основної порції палива

Подається друга частина основної порції палива, за рахунок поділу подачі на дві частини вдається забезпечити з однієї сторони більш повне згоряння, а з іншого — більший період часу роботи циліндра при постійному тиску. У результаті знижується токсичність газів, що відробили, двигун розвиває більший крутний момент при менших ударних навантаженнях і робить менше шуму. Поділ основної подачі палива на дві частини став застосовуватися на двигунах стандарту Євро-4

Післявпорскування

Нарешті незадовго до відкриття випускного клапана подається невелика завершальна порція палива — післявпорскування, яка догоряє вже у випускному колекторі й турбокомпресорі. У результаті цього забезпечується:

1. В автомобілях, оснащених фільтром для твердих часток, післявпорскування використовуються для збільшення й стабілізації температури регенерації фільтра. (>650°C)
2. Підвищення потужності турбокомпресора, особливо на часткових режимах роботи двигуна, що згладжує ефект «турбоями». Післявпорскування стало активно застосовуватися на двигунах стандарту Євро-5 і вище.
3. Більш швидкий запуск каталізатора.

Дані упорскування також можуть коректуватися по найбільш важливих факторах:

- Температура перед турбонагнітачем.
- Температура каталізатора.
- Температура фільтра для твердих часток.

Номінальна циклова подача палива вираховується за

Максимальна подача палива в циліндр під навантаженням вираховується за потужністю двигуна, кВт та кількістю циліндрів шляхом вираховування ефективності згоряння палива (від 2.2 до 3.0), мг/кВт

У випадку коли у власника скарга на недостатню потужність двигуна, діагност виїжджає з автомобільним акселерометром G-Tech/Pro RR FANATIC і діагностичним приладом підключеним до ЕБУ, виводить на відображення в діагностиці порцію палива, що впорскується в циліндр, і по прямій, бажано в гірку натискають педаль газу в упор і фіксує максимальну порцію палива при прискоренні, і саме прискорення. У випадку якщо порція палива недостатня. те необхідно шукати несправність у системі керування, якщо ж порція палива в нормі, дизель не димить, то необхідно шукати несправність у паливній апаратурі.

Циклова подача палива на холостому ходу

Циклова подача палива на холостому ходу вираховується за об'ємом двигуна, л та кількістю циліндрів.

Під час комп'ютерної діагностики паливної системи параметр стану форсунок це розрахункова величина ЕБУ порції палива яка розраховується згідно із продуктивністю форсунок на холостому ходу, температури двигуна, навантаження на двигун. У випадку якщо порція палива вище середньої то можливі наступні симптоми:

- Ускладнений гарячий запуск.
- Недостатня потужність на старті.
- Не реагує на педаль газу.

У випадку якщо порція палива буде менше середньої, то можуть бути наступні симптоми:

Нерівномірна робота на холостому ходу на прогрітій двигун, двигун працює з перебоями.

- Підвищена витрата палива.
- Чорний дим на старті.

КІЛЬКІСТЬ ПАЛИВА, ЩО ВПОРСКУЄТЬСЯ.

Запитуваний момент, який розраховується системою крутних моментів, потім перетворюється в кількість палива, що впорскується, а потім у тривалість імпульсів.

Кількість палива, що впорскується, розподіляється по декільком упорскуванням.

Основна витрата являє собою кількість палива, що надходить у циліндр під час основного упорскування. Загальна кількість палива, що впорскується,

за один цикл є сумою основного упорскування й інших упорскувань (попередніх, післявпорскувань). Дані значення кількості палива, що впорскується, розраховуються залежно від обертів двигуна й запитуваного крутного моменту. Корегуванню зазнають як основне упорскування так і додаткове. Що стосується корегування витрати при попередньому упорскуванні:

- Перше корегування здійснюється залежно від температур повітря й охолодної рідини. Дане корегування дозволяє адаптувати кількість палива при попередньому упорскуванні до робочої температури двигуна. Коли двигун розігрітий, затримка запалення зменшується, тому що температура кінця такту стиску збільшується. При цьому витрата при попередньому упорскуванні може бути скорочена, тому що, природно, рівень шуму при горінні нижче при розігрітому двигуні.

- Друге корегування визначається залежно від атмосферного тиску. Дане корегування використовується для адаптації витрати при попередньому упорскуванні залежно від атмосферного тиску.

Прийомистість автомобіля з дизельним двигуном можна назвати задовільною, коли двигун постійно реагує на команди водія через педаль акселератора. Крім цього, при русі двигун не повинен прагнути до зупинки, а при зміні положення педалі акселератора — плавно розганяти або вповільнюватися без перебоїв.

На рівній дорозі й утриманні педалі акселератора в заданому положенні швидкість автомобіля повинна залишатися постійною, а коли педаль відпускають, мотор повинен гальмувати автомобіль. Для виконання всіх цих вимог застосовують регулятори числа обертів.

Регулювання пускової подачі палива — для забезпечення надійної роботи двигуна на час пуску й прогріву дизеля забезпечується збільшена подача палива шляхом підвищення циклової подачі. При цьому відзначається ріст у паливному факелі кількості дрібних крапель, які швидше прогріваються й випаровуються, сприяючи утворенню паливоповітряної суміші.

Регулювання низьких обертів холостого ходу — здійснюється регулятором ПНВТ або ЕБУ залежно від навантаження на двигун і продуктивності паливної апаратури.

Щоб визначити яка йде подача, необхідно підключитися до ЕБУ діагностичним сканером, вивести параметр " Фактична циклова подача палива" і "Номінальна подача палива", прогріти двигун і спостерігати за показаннями.

Регулювання мінімальних обертів — коли педаль акселератора натискається повністю, максимальні оберти при повному навантаженні не повинні зростати більш ніж до підвищених обертів холостого ходу (максимальних обертів), коли навантаження прибирається. При цьому регулятор реагує шляхом переміщення втулки керування назад у напрямку положення зупинки двигуна, а подача палива до двигуна зменшується.

Регулювання проміжних обертів — регулятори змінюваних обертів включають регулювання проміжних обертів. У певних межах ці регулятори можуть також підтримувати оберти двигуна між холостими й максимальними на постійному рівень. Це означає, що залежно від навантаження, оберти двигуна змінюються в робочому діапазоні тільки між пв (задані оберти на кривій повного навантаження й пт (без навантаження на двигуні).

Інші функції керування виконуються регулятором на додаток до його регулюючих можливостей:

скидання або блокування додаткового палива, необхідного для запуску двигуна.

зміна подачі при повному навантаженні залежно від обертів двигуна (керування крутним моментом).

У деяких випадках для реалізації цих додаткових можливостей необхідна установка додаткових модулів.

Циклова подача палива залежить від:

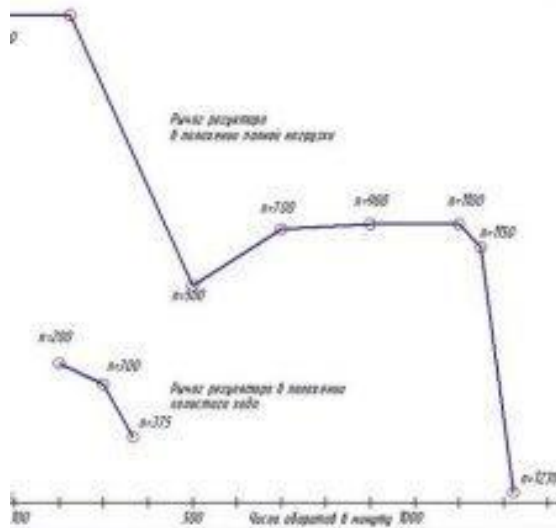
ефективного тиску в отворах розпилювача;

тривалості упорскування; різниці тиску упорскування й тиску в камері згоряння двигуна;

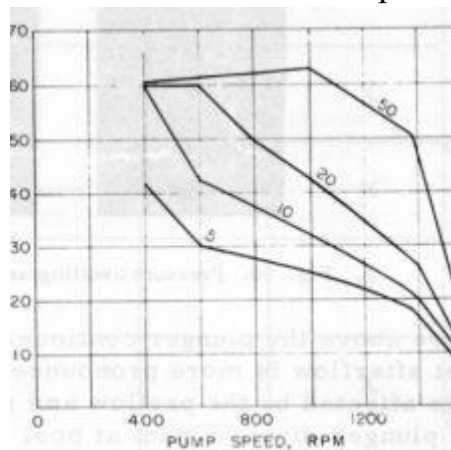
щільності палива.



Характеристика циклової подачі двигун 4JB1-TC ПНВТ 104746-6601Р



Зовнішня швидкісна характеристика регулятора ПНВТ



Характеристика циклової подачі

Контрольні запитання:

1. Визначення циклової подачі палива
2. Опис циклів подачі палива
3. Регулювання подачі палива в залежності від режимів роботи

Урок 106 «Принцип електронного управління кутом випередження упорскування палива дизельного двигуна»

Кут випередження уприскування (УОВ) і навантаження в дизельному двигуні

Безсумнівно, частота обертання колінчастого валу є одним з основних параметрів (характеристик), що враховуються при організації горіння паливоповітряної суміші в камері згоряння двигуна як дизельного, так і бензинового.

Від частоти обертання колінчастого валу - швидкості руху поршня в циліндрі двигуна - залежить кількість робочого тіла в камері згоряння двигуна і його температура.

Зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу абсолютні тривалості затримок займання (в мілісекундах) скорочуються, але відносні тривалості в градусах обертів колінчастого валу зростають. Не треба забувати і про такий момент, як затримка впорскування (час між початком подачі палива насосом і уприскуванням палива форсункою в камеру згоряння).

ЧИМ ВИЩЕ частоти обертання колінчастого валу, ТИМ РАНІШЕ ПОТРІБНО впорснути В КАМЕРУ відпрацьованих газів ПАЛИВО І НАВПАКИ.

Чи можна при організації горіння в циліндрах дизельного двигуна обмежитися регулюванням УОВ по частоті обертання колінчастого валу?

Уваги вимагають особливості сумішоутворення і горіння в камері згоряння дизельного двигуна.

Перш за все, дизель відноситься до двигунів з внутрішнім сумішоутворенням і уприскуванням палива в кінці такту стиснення. На сумішоутворення відводиться всього 1 - 3 мс або 12 - 25 ° по куту повороту колінчастого валу двигуна. Це в 20 - 30 менше, ніж в двигунах із зовнішнім і внутрішнім (впорскування в такті впуску) сумішоутворенням (більшість бензинових двигунів працюють на гомогенних - однорідних паливоповітряних сумішах).

Дизельний двигун здатний працювати на збіднених сумішах з коефіцієнтом надлишку повітря на холостому ході і при нульовому навантаженні ≈ 10 . Значення для дизелів з наддувом при повному навантаженні знаходиться в межах $\approx 1,15 - 2,0$. Тобто склад паливо-повітряної суміші змінюється від дуже бідної до бідної.

Завдяки гетерогенного (неоднорідного) складу паливо-повітряної суміші (ТВС) в камері згоряння дизельного двигуна є області з багатою і бідною сумішшю, області, де тільки повітря або тільки дизельне паливо. І, звичайно ж, є так необхідні для своєчасного займання області паливо-повітряної суміші (ТВС) з стехіометричним складом. Тобто цілий набір складів сумішей.

Ці умови справедливі як для двигунів з роздільними камерами згоряння, так і для дизельних двигунів з безпосереднім (прямим)

уприскуванням. Саме неоднорідний склад паливо-повітряної суміші (ТВС) дозволяє дизельному двигуну працювати на збіднених сумішах.

З іншого боку, той же неоднорідний склад суміші (ТВС) при менших значеннях $\lambda=1,35-1,15$ є одним з основних недоліків дизелів - неможливості повного і бездимного згорання паливоповітряної суміші (ТВС).

Крім візуального підтвердження написаного, можна побачити за допомогою діаграми основні процеси, що відбуваються в камері згорання дизельного двигуна.

Мова не буде йти про «вибухи». Будемо говорити про керовані і контрольовані події, що відбуваються в часі паралельно і послідовно. Потрібно побачити цей графік і запам'ятати. Особливо важливі температурні зміни у дизеля.

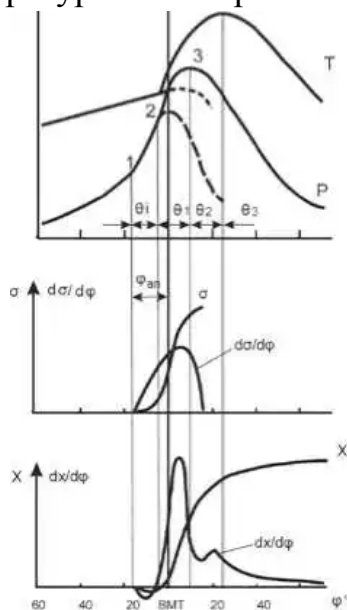
На рис.1 представлена типова діаграма зміни в циліндрі двигуна тиску p і середньої температури t газів у функції кута ϕ , показаний характер зміни в часі кількості σ поданого в камеру згорання палива, швидкість його подачі, коефіцієнта активного тепловиділення X і швидкості тепловиділення.

Для наочності і простоти сприйняття діаграма намальована в розгорнутому вигляді. Розглядати її необхідно зліва направо.

Поршень рухається до верхньої мертвої точки, тиск і температура робочого тіла ростуть, і якщо в точці 1 цієї статті не буде вприскування палива, то при русі поршня від ВМТ до НМТ тиск і температура будуть зменшуватися (позначено пунктирною лінією).

Подача палива починається в точці 1, в точці 2 з'являються перші язички полум'я.

Цей період називається затримкою займання і він характеризується тим, що поршень наближається до ВМТ, обсяг камери згорання зменшується, температура і тиск зростають.



Мал. 1

Кількість палива ст в цей період подається незначна, але з великою швидкістю

Температура в камері згоряння (в зв'язку з уприскуванням) дещо знижується, а відповідно і тиск повітря, що стискається внаслідок витрати тепла на нагрівання і випаровування палива.

Від точки 2 до точки 3 - фаза швидкого згоряння

Вона характеризується тим, що поршень «перевалює» ВМТ, тобто обсяг камери згоряння спочатку зменшується, а потім починає збільшуватися.

Тиск при русі поршня від ВМТ досягає максимальних значень, температура продовжує рости. Цей період характеризує «твердість» процесу згоряння в дизелі.

У цей період в камеру згоряння впорскується основна кількість палива ст з максимально можливою швидкістю, Швидкість тепловиділення різко зростає і досягає максимальних значень, а потім починає зменшуватися. Коефіцієнт активного тепловиділення X зростає.

Від точки 3 до точки 4 - фаза уповільненого горіння

Вона характеризується тим, що поршень рухається від ВМТ до НМТ, обсяг камери згоряння збільшується. Тиск p розширюються газів зменшується, а їх температура t досягає максимуму.

У цій фазі закінчується уприскування палива.

В кінці фази уповільненої горіння спостерігається деяке збільшення швидкості тепловиділення, пов'язане з додатковою турбулізацією заряду на початку спадного ходу поршня. Коефіцієнт активного тепловиділення X зростає.

Від точки 4 і до відкриття випускного клапана - фаза догорання

Вона характеризується тим, що поршень рухається до НМТ - обсяг камери згоряння збільшується, тиск і температура зменшуються. Коефіцієнт активного тепловиділення X стабілізується (коефіцієнт активного тепловиділення X характеризує зв'язок між процесами згоряння і використанням тепла, що виділяється - дивись спеціальну літературу).

Горіння - складний фізико-хімічний процес, який протікає в газовій фазі. Тобто спочатку рідке паливо має перетворитися на пару, а потім в результаті хімічних реакцій перетворитися в горючу суміш здатну при згорянні здійснювати механічну роботу.

Рідке паливо, впорскнуте в камеру згоряння, дробиться на дрібні краплі, розподіляється по ній, нагрівається і випаровується. У цьому полягає суть фізичних процесів, і вони протікають з поглинанням тепла.

Процеси окислення мають багатостадійний характер і є ланцюговими. В результаті хімічних реакцій (протікають з виділенням тепла) утворюється ряд активних проміжних хімічних продуктів (перекисів, альдегідів, спиртів і т.п.) сприяють подальшому ходу реакцій.

Самозаймання є кінцевим результатом розвитку цих реакцій.

Справжня послідовність елементарних стадій в реакціях окислення і горіння моторних палив вивчена ще не повністю, однак характерним для

більшості хімічних реакцій є залежність їх швидкостей від температури і тиску.

Сказане вище зовсім не означає, що фізичні і хімічні процеси здійснюються послідовно. Все відбувається майже одночасно. Хімічна складова процесу горіння дещо відстає в силу того, що спочатку, все-таки має з'явитися в камері згоряння рідке паливо. Більш дрібні краплі випаровуються першими. Як правило, ці дрібні краплі групуються по краях факела палива, що впорскується форсункою палива. Динаміка розвитку паливного факела в механічній системі така, що він не може миттєво зайняти обсяг камери згоряння в циліндрі двигуна, спочатку незначна кількість палива під високим тиском впорскується в циліндр. Цьому сприяє закон подачі палива (кожній фазі горіння своє кількість палива), виражений конструктивно в деталях механічних систем уприскування. Впорскування дизельного палива в цих системах здійснюється безперервно.

У розподільних ПНВТ з електромагнітними клапанами можливе здійснення попереднього уприскування палива. Насос-форсунки легкових автомобілів забезпечують попередній впорскування за допомогою гідромеханічного приводу.

Акумуляторні системи уприскування дизельного палива вигідно відрізняються від усіх попередніх систем тим, що, крім попереднього і основного впорскування, забезпечують ще й додаткові. На відміну від застосованих раніше на деяких марках автомобілів двоступеневого впорскування, в умовах безперервної подачі палива в акумуляторних системах попередній впорскування - роздільний.

Попередня кількість палива з великою швидкістю впорскується в нагріту щільну газову середу, руйнується і випаровується. Маючи невелику кінетичну енергію, це мале (1-4 мм³) кількість палива не здатне пробитися крізь щільний повітря і залишається в районі форсунки і свічки розжарювання. В процесі сумішоутворення завжди утворюються зони, де $X_{\text{ф}} = 0,85 \dots 0,9$. Ці зони служать центрами запалення навколишнього більш збідненої суміші.

На час основного вприскування палива паливо, впорснуте в камеру згоряння попередньо, вже готове до займання і запалюється. У камері згоряння різко підвищуються тиск і температура, що сприяє значному зменшенню затримки займання основного вприскування. Дизельне паливо під високим тиском при основному уприскуванні, володіючи більшою кінетичною енергією, пробивається крізь все більш ущільнюється (вже палаючу) газове середовище до всіх віддалених від форсунки зонам камери згоряння.

Рух повітря, заданий конструкцією впускного колектора, рухом поршня в такті стиснення багаторазово посилюється рухомими від точок займання в різних напрямках розширюються продуктами згоряння. Маса повітря, що знаходяться в турбулентному русі, пульсуючі газові потоки пронизують паливними факелами (отворів в розпилювачі може бути від 4 до 10; в

більшості випадків - 6 год-8.) У цих умовах паливо, яке продовжує впорскуватися, згоряє практично миттєво.

Тиск в циліндрі наростає своєчасно, плавно і без шуму.

ШВИДКІСТЬ ГОРІННЯ РІДКОГО ПАЛИВА ВИЗНАЧАЄТЬСЯ

Швидкість його випаровування і ЗМІШЕННЯМ утворюються пари з ПОВІТРЯМ

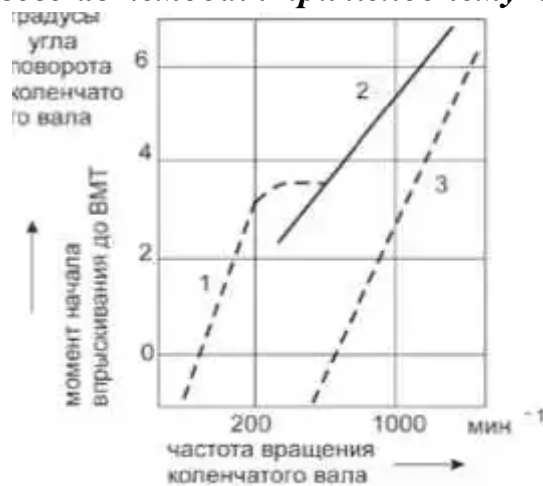
Це справедливо для двигунів внутрішнього згорання, Що працюють на легкому і важкому видах рідкого палива.

Впорскування палива в камеру згорання дизельного двигуна тягне за собою падіння температури (випаровування палива супроводжується поглинанням тепла).

Величина падіння температури залежить від навантаження.

Це особливо помітно при перехідних режимах, пов'язаних зі збільшенням навантаження.

характеристика моменту початку впорскування в залежності від частоти обертання колінчастого валу і навантаження на двигун легкового автомобіля при холодному пуску і робочій температурі.



1) холодний пуск (<0 °C);

Мал. 2

Нескладно помітити, що при частоті обертання колінчастого валу 1000 об / хв при часткових навантаженнях (3) і повному навантаженні (2) потрібен свій, який розрахований на навантаження, УОВ палива. Тобто більша кількість палива необхідно впорснути в камеру згорання двигуна раніше для того, щоб пік тиску розширюються при згорянні газів «тримати» за ВМТ.

Холодний пуск дизельного двигуна не набагато відрізняється від бензинового. Недолік тепла в камері згорання і, в зв'язку з цим, погані умови для випаровування дизельного палива компенсуються його більшої циклової подачею. Більша кількість палива (потрібна концентрація парів за рахунок збільшеної подачі палива), його більш ранній уприскування (1) і системи підігріву повітря - штатні функції всіх без винятку систем прискорення холодного пуску.

Таким чином, ПРИ уприскуванням палива В такту стиснення В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ СПОСТЕРІГАЮТЬСЯ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ.

З'являється потреба у коригуванні УОВ дизельного палива.

При випробуванні паливних насосів високого тиску на стенді необхідно користуватися таблицями або картами заданих контрольних параметрів. У них вказуються умови, при яких випробовуваний ПНВТ повинен відповідати табличних даних.

ФУНКЦІЇ ПНВТ ТИПУ VE, ЩО Є ПРЕДМЕТОМ УВАГИ

Справність елементів, що відповідають за високий тиск;

Справність елементів, що відповідають за тиск в ПНВТ;

Справність елементів автомата випередження;

Продуктивність насоса;

Робота регулятора частоти обертання.

Ці показники розглядаються при заданих частотах обертання і повному навантаженні.

У 1978 році на ПНВТ типу VE з'явилося відключається пристрій регулювання початку подачі, залежне від навантаження.

Пізніше з'явилися коректори типу LFB (пристрій зміни моменту початку подачі палива, в залежності від навантаження). Ці пристрої призначені для корекції моменту початку подачі палива в залежності від навантаження для зменшення шуму і особливо емісії ОГ.

Що означає слово корекція? Корекція - внесення поправок в дію вимірювальних приладів, регуляторів і т. П. В залежності від зміни умов їх експлуатації.

Цікаві результати можна отримати, порівнюючи тиск в ПНВТ типу VE з коректором по навантаженню і без нього на мінімальних обертах холостого ходу. Так ось, з коректором тиск в ПНВТ на холостому ходу -1,5ч-2,0 bar, а без коректора - 2,5ч-3,8 bar. Тобто поршень автомата випередження паливного насоса високого тиску без коректора вже знаходиться в положенні «раніше» з розрахунком на збільшення циклової подачі палива.

Чим вище частота обертання валу-тим вище тиск в паливному насосі і тим на більшу відстань переміщується гідравлічний поршень автомата випередження - раніше уприскування.

Основні функції КОРЕКТОРА

Підвищення тиску в ПНВТ при пуску;

Підвищення тиску в ПНВТ при збільшенні навантаження;

Зниження тиску в ПНВТ при зменшенні навантаження.

Тиск в ПНВТ змінюється в межах 1 н-2 bar.

Це дозволило:

Забезпечити більш ранній впорскування дизельного палива при пуску (тим самим поліпшивши його);

Зменшити тиск в ПНВТ на холостому ходу і, як наслідок, зменшити гучність роботи дизельного двигуна на цьому режимі;

Варіювати між положеннями «раніше» або «пізніше» в залежності від навантаження. При зменшується навантаження (від повної до часткової) і при незмінному положенні педалі подачі палива, початок подачі зміщується в положення «пізніше». Зі збільшенням навантаження - в положення «раніше». І, як результат, робота двигуна стає м'якше, і зменшується токсичність ОГ в режимі часткових навантажень.

Кут випередження впорскування палива залежить від багатьох факторів. В тому числі, від частоти обертання колінчастого валу двигуна і навантаження. При більш ретельному розгляді питання регулювання УОВ підняли питання: як саме здійснюється це регулювання? Адже в конструкції рядного ПНВТ передбачений тільки регулятор частоти обертання. Пристрій з регулювання кута випередження уприскуванням винесено за межі ПНВТ.

Муфта - складається з двох рухомих відносно один одного половин з одним центром (двигун ОМ 602.911). І працює просто: чим вище частота обертання колінчастого валу-тим далі від центру муфти переміщуються вантажі і повертають другу половину муфти (разом з валом ПНВТ) по ходу обертання - раніше уприскування палива.

За допомогою електроніки з'являється можливість ввести додаткову (в порівнянні зі стандартним ПНВТ) корекцію регулювання роботи дизеля. ...

Конструктивно в елементах простих механічних паливних насосів високого тиску, що відповідають за регулювання УОВ в динаміці, враховані коливання температури в камері згоряння двигуна, залежать від кількості уприснуло в неї палива. Свого часу подібні рішення цілком влаштовували виробників автомобілів і покупців.

Розглядати всі процеси, що відбуваються в камері згоряння двигуна, залежність від частоти обертання, необхідно окремо від процесів, що відбуваються при зміні навантаження.

Для розуміння суті того, що відбувається. Розділити ці процеси не можна.

Зміна кількості робочого тіла тягне за собою зміну частоти обертання колінчастого валу. Навіть в режимі нульовий навантаження.

Оптимальні значення кутів випередження впорскування змінюються в залежності від навантаження на двигун, що вимагає їх регулювання. Необхідні величини встановлюються окремо для кожного типу двигуна і утворюють поле характеристик, яке визначає момент початку впорскування в залежності від навантаження на двигун, частоти обертання колінчастого валу і температури охолоджуючої рідини ... ».

Перша і головна відмінність дизельного агрегату від бензинового - це система запалювання або, іншими словами, то, як паливо запалюється в двигуні.

В моторі, який використовує дизельне паливо, займання походить від того, що солярка контактує з нагрітим від стиснення повітрям, який накопичується всередині циліндра двигуна.

Коли говорять про регулюванні системи запалювання в дизельному моторі, під цими словами розуміють процес зміни кута випередження впорскування палива, що подається в конкретний момент - в самому кінці стиснення повітря.

Якщо кут встановлений неправильно і помітно відрізняється від необхідних параметрів, то уприскування палива відбудеться несвоєчасно, що перешкодить нормальній роботі двигуна і може викликати найсумніші для подальшої експлуатації наслідки.

Також неправильно виставлений кут призводить до неповного згоряння палива в циліндрах.

Існує таке поняття, як раннє або пізнє запалювання.

Іншими словами, система запалювання в дизельному моторі - це один з найважливіших компонентів. За подачу палива в такому двигуні відповідає спеціальний насос високого тиску - ПНВТ.



Цей прилад разом з форсунками і визначає дозування палива, яке подається в мотор.

Часто водієві доводиться стикатися з тим, що необхідно своїми власними руками виставити запалювання, наприклад, якщо необхідно замінити ремінь ГРМ.

У другому випадку необхідність регулювання системи з'являється в разі демонтажу паливного насоса.

При розборі паливної апаратури насамперед потрібно обов'язково запам'ятати все мітки. Це можна легко зробити за допомогою маркера або фарби. Головне - поставити мітки точно там, де вони необхідні.

Завдяки цьому збірка системи запалювання і паливної системи пройде дуже просто, а також це дасть можливість в подальшому уникнути ускладнень із запуском двигуна.

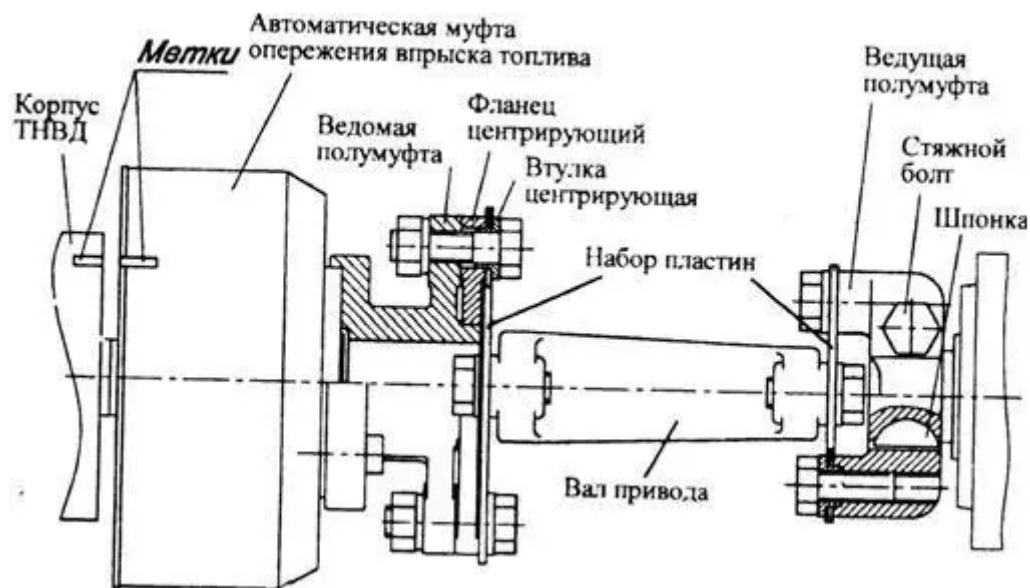
Регулювання системи запалювання можна проводити різними способами.

Перший метод - це установка кута точно по зазначеним мітках. Другий спосіб - поступовий підбір правильного положення регулювальної муфти.

У статті будуть розглянуті обидва методи.

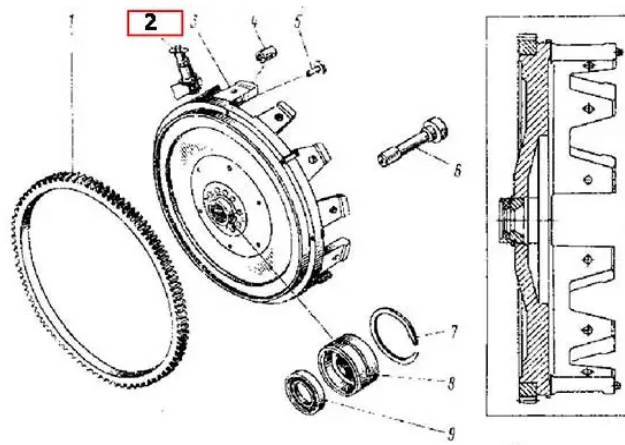
При самостійній установці кута за відмітками необхідно буде змістити насос для подачі палива. Цей спосіб більше застосуємо для дизельних моторів з механічною апаратурою подачі палива.

Для того щоб відрегулювати випередження уприскування, потрібно плавно повертати приводну муфту насоса високого тиску навколо осі.



Є й інший варіант - це поворот шківів розподільного валу по відношенню до маточини. Такі варіанти регулювання підходять для конструкцій, які не мають жорсткого кріплення цих деталей.

Отже, регулюючи запалювання на агрегаті, насамперед потрібно дістатися до задньої частини двигуна, знайти там маховик і якщо потрібно, звільнити його від захисного кожуха. Після цього необхідно знайти стопор і встановити його в спеціальний проріз, але ще не стопор маховик.



Маховик: 1 - венец зубчатый; 2 - фиксатор маховика; 3 - маховик; 4, 8 - втулки установочные; 5 - сухарь отжимного рычага сцепления; 6 - болт крепления маховика; 7 - кольцо опорное, пружинное; 9 - манжета

Коли це зроблено, за допомогою інструменту (ключа) треба почати прокручувати маховик. При обертанні разом з ним буде крутитися і колінчастий вал. Обертати потрібно до того моменту, поки маховик НЕ зупиниться.

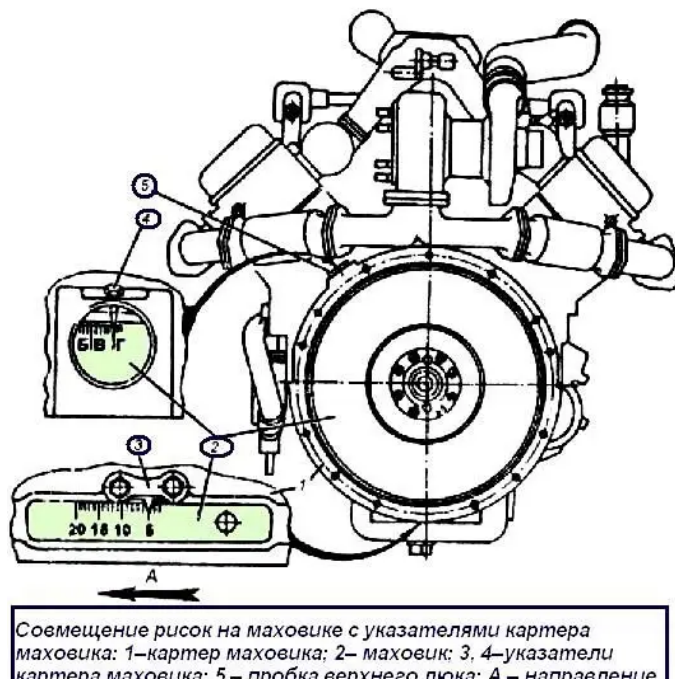
Після його зупинки потрібно звернути пильну увагу на вал насоса. Якщо після обертання шкала на муфті приводу зайняла положення зверху, це означає, що мітка, встановлена на фланці паливного насоса, поєдналася з нульовою відміткою на приводі.

Якщо мітки суміщені, можна спокійно закручувати болти кріплення.

Однак якщо після всіх процедур вони розходяться, то потрібно знову підняти стопор маховика і продовжити прокручування колінчастого валу, контролюючи при цьому положення шкали на приводі.

Якщо все зроблено правильно, то після затягування болтів кріплення маховик звільняють від стопора і повертають колінчастий вал на 90 °. Після цього стопор знову розміщують в пазі.

Тепер можна встановити захист маховика назад і спробувати запустити двигун. Якщо мотор почав працювати, потрібно проаналізувати, як він це робить. Якщо все було виконано без помилок, то двигун буде працювати дуже м'яко, не перериваючись.



При другому методі регулювання запалювання кут виставляється дослідним шляхом.

Припустимо, якщо мотор не працює, тоді шків насоса високого тиску повільно починають прокручувати на кілька зубів щодо ремня ГРМ. Після цієї операції знову пробують завести мотор. Якщо він працює спокійно, без стукотів, то все добре.



При наявності явного стукоту можна спробувати ще крутанути шків. Поява при запуску двигуна диму означатиме, що виставлений пізній кут випередження.

В цьому випадку потрібно повернути шків рівно на один зуб в сторону обертання.

Після кожного етапу регулювання потрібно пробувати запалювання і оцінювати його роботу.

Паливо в двигуні згорає не миттєво.

У дизельного двигуна найкращі показники потужності та економічні показники роботи, якщо паливо згорає при знаходженні поршня біля верхньої мертвої точки.

Щоб забезпечити виконання цієї вимоги, потрібно щоб кут випередження впорскування палива подавав його з випередженням, До приходу поршня у верхню мертву точку.

Величину випередження подачі палива в дизельному двигуні, виражену в градусах кута повороту колінчастого валу, називають кутом випередження впорскування.

У кожного дизельного двигуна, для головного режиму роботи, певний кут випередження впорскування. При зміні кута випередження, знижуються показники потужності та економічні показники дизеля.

Величина кута випередження впорскування залежить від:

тиску вприскування

хімічного складу палива

температури повітря в кінці такту стиснення

числа обертів дизеля

кількості палива, що подається.

Оптимальні умови згоряння

Якщо вводити паливо в занадто рано, коли температура повітря, що стискається недостатньо висока, паливо буде погано випаровуватися і частина його до samozаймання встигне осісти на стінках камери. В цьому випадку пальне згорає частково і робота дизеля погіршується. Крім того, через що почався згоряння палива підвищується тиск газів в камері, які будуть протидіяти руху поршня, до приходу в верхню мертву точку.

Робота дизеля погіршується також і при занадто пізньому уприскуванні. Паливо в цьому випадку згорає при такті розширення, Коли швидкість згоряння знижується, а поверхня дотику гарячих газів зі стінками циліндра збільшується. У цьому випадку багато тепла буде віддано в охолоджуючу воду і викинуто з відпрацьованими газами.

Щоб форсунка впорскувала з необхідним випередженням, паливного насоса необхідно подавати пальне ще раніше, Так як від моменту початку подачі палива насосом до уприскування з форсунки проходить деякий час.

Кут, на який повернеться колінчастий вал від положення, відповідного початку подачі палива насосом, до положення, при якому поршень прийде в верхню мертву точку, називають кутом випередження подачі.

Кут випередження подачі палива, більше кута випередження впорскування.

У конструкції або його приводу передбачається пристрій, що дозволяє змінювати кут випередження подачі палива.

Для кожного типу дизеля в залежності від режимів роботи, існують відповідні значення кута випередження подачі палива.

У такті впуску дизельний двигун впускає тільки повітря. У такті стиснення це повітря нагрівається до температури настільки високою, що дизельне паливо, впорснути в циліндр в кінці такту стиснення, запалюється самостійно. Кількість палива в двигуні дозується за допомогою паливного насоса високого тиску (ПНВТ). Паливо впорскується під високим тиском через форсунку в камеру згоряння.

Впорскування палива повинен відбуватися таким чином:

з точно дозованим кількістю палива відповідно до навантаження двигуна;

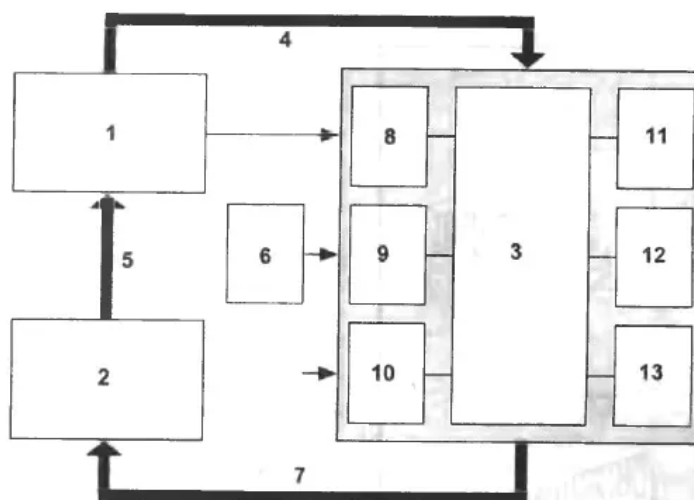
в необхідний період часу;

в точно визначений період часу;

способом, відповідним конкретному процесу згоряння.

ПНВТ і регулятор, з'єднані з керуючої (контрольної) зубчастої рейкою є відповідальними за те, щоб зазначені умови виконувалися. Кількість палива, уприснуло за один хід плунжера ПНВТ, приблизно пропорційно крутним моментом двигуна.

Якщо на двигуні використовується механічний (відцентровий) регулятор числа обертів, то рейка управління з'єднується з педаллю акселератора («газу») через регулятор.



Мал. Замкнутий контур управління для механічного регулятора:

1. Дизельний двигун; 2. рядний ПНВТ; 3. Регулятор; 4. Обороти двигуна; 5. Кількість палива, що впорскується; 6. Педаль акселератора; 7. Хід керуючої рейки; 8. Тиск повітря, що подається; 9. Бажане число обертів; 10. Атмосферний тиск; 11. Управління крутним моментом; 12. Подача при повному навантаженні; 13. Початкова кількість.

У електронного регулятора (EDC) педаль акселератора оснащена датчиком, сполученим з електронним блоком управління (ЕБУ або ECU). Коли водій натискає на педаль газу, то переміщення перетворюється у відповідний хід рейки з урахуванням оборотів двигуна в даний момент часу.

Чому дизельному двигуну потрібен регулятор?

У дизельного двигуна не існує положення керуючої рейки, яке б дозволило дизельному двигуну точно підтримувати свої обороти без допомоги регулятора. На холостому ході, наприклад, без регулятора числа обертів, обороти двигуна будуть або падати, поки двигун не зупиниться, або будуть продовжувати збільшуватися, що, врешті-решт, призведе до саморуйнування двигуна.

Остання можливість зобов'язана тому, що дизель працює з надлишком повітря, що означає відсутність ефективного дроселювання надходить в двигун суміші при зростанні його оборотів.

Наприклад, якщо холодний двигун був заведений і залишився працювати на холостому ході, тоді як продовжує впорскуватися початкова кількість палива, то характерне тертя незабаром почне знижуватися. Те ж саме відноситься до навантаження двигуна від наведених від нього агрегатів, таких як генератор, повітряний компресор, ПНВТ і т.д. Це означає, що якщо становище керуючої рейки залишилося незмінним і рейка не втягувати для зменшення кількості палива, що подається (як зробив би регулятор), то обороти двигуна будуть зростати все більше і більше (через зазначеного вище падіння тертя), поки вони не досягнуть точки саморуйнування. Іншими словами, є обов'язковим, щоб дизель був оснащений регулятором числа обертів. В даний час для рядних ПНВТ використовуються або механічні (відцентрові) регулятори або система електронного управління дизельним двигуном (EDC).

Пневматичні регулятори, керовані тиском впускного колектора встановлювалися раніше на невеликі ПНВТ. Від них довелося відмовитися в результаті збільшених вимог до точності регулювання і до роботи регулятора.

Немає сумнівів, що коли до двигуна прикладена навантаження, ПНВТ повинен завжди забезпечувати двигун необхідною кількістю палива. Всі рядні ПНВТ мають окрему плунжерні пару (плунжер (3) і гільза (1)), звану ще нагнетательної секцією (елементом), для кожного циліндра двигуна.

Плунжер рухається в напрямку подачі палива за допомогою кулачкового валу, що приводиться в рух від двигуна, і повертається назад під дією поворотної пружини. Так як хід плунжера не може бути змінений, то

кількість нагнітається палива може бути відрегульовано тільки шляхом зміни ефективного (активного) ходу плунжера.

Плунжери забезпечені похилим спіральним вирізом (каналом), так що необхідний ефективний хід підбирається шляхом повороту плунжера. Поворот здійснюється за допомогою керуючої зубчастої рейки (5), яка знаходиться в зачепленні з плунжером і сама рухається поздовжньо за допомогою регулятора. Обертання плунжера переміщує спіраль (виріз) (4) для управління моментом закінчення подачі (відомого також як скидання або відкривання отвору в гільзі) і кількістю подачі. Подача починається в той момент, коли верхній край плунжера закриває вхідний отвір (2) в стінці гільзи.

У разі максимальної подачі (с) скидання не відбувається аж до максимального ефективного ходу плунжера, іншими словами, з максимально можливою кількістю палива, що подається. При часткової подачі (Б) скидання відбувається раніше в залежності від положення плунжера при повороті. В кінцевому положенні, що потрібно для нульової подачі (а), тобто в момент, коли двигун повинен бути зупинений, поздовжній паз плунжера розташований прямо навпроти вхідного отвору. Це означає, що нагнетательная камера над плунжером з'єднується з паливною магістраллю протягом усього ходу плунжера, тобто паливо не подається.

Існує кілька різних конфігурацій спіралі.

У разі плунжера тільки з нижньої спіраллю (вирізом) подача палива починається в однаковій точці ходу плунжера вгору, тоді як кінець подачі відбувається раніше чи пізніше в залежності від повороту плунжера. Коли плунжер має верхню спіраль (виріз), то може змінюватися початок подачі. Є також плунжери, забезпечені як верхній, так і нижній.

Зниження оборотів регулятора

Кожен двигун має криву (характеристику) крутного моменту відповідно до його максимальною віддачею потужності. Кожне значення оборотів двигуна пов'язано з даними максимальним обертовим моментом. Якщо навантаження на двигун знімається при даних оборотах двигуна, а керуюча рейка відповідним чином не регулюється, то обороти двигуна можуть лише збільшуватися в межах керованого діапазону до числа, визначеного заводом-виробником двигуна (тобто від n_v - оборотів при повному навантаженні до n_1 - низьких оборотів холостого ходу). Збільшення оборотів двигуна пропорційно зміні навантаження, тобто чим більше зменшення навантаження двигуна, тим більше збільшення оборотів двигуна.

Цей ефект відомий як ефект зниження оборотів і відноситься до регуляторів з характеристикою зниження оборотів. Зниження оборотів регулятора в основному відноситься до максимальних оборотів при повному навантаженні (нормовані обороти) і підраховується наступним чином:

$$\delta = (n_{10} - n_v) / n_v \text{ або } \delta = (n_{10} - n_v) / n_v * 100\%$$

де δ - коефіцієнт зниження оборотів, його називають також просто зниженням оборотів; n_{10} - підвищених оборотів холостого ходу

(максимальних); n_{v0} - число максимальних обертів при повному навантаженні.

Говорячи загалом, досить велике зниження оборотів збільшує стабільність загального контуру (ланцюга) управління (регулятор, двигун і приводиться ним у рух агрегат або автомобіль). З іншого боку, зниження оборотів обмежується умовами роботи. Для прикладу: приблизно від 0 до 5% - для двигунів генераторних установок і приблизно від 6 до 15% - для автомобільних двигунів.

функції регулятора

Основним завданням кожного регулятора числа оборотів є обмеження максимальних обертів двигуна. Іншими словами, регулятор повинен забезпечувати, щоб оберти двигуна ніколи не перевищували максимальних значень, передбачених заводом-виготовлювачем. Залежно від його типу, регулятор може мати і інші функції, такі як підтримка певних оборотів двигуна, наприклад, на холостому ходу або підтримання діапазону оборотів між низькими і високими оборотами холостого ходу (максимальними). Регулятор може також мати інші функції і функції, що їх електронним регулятором (EDC), є набагато ширшими, ніж функції у механічного (відцентрового) регулятора.

Різні вимоги, що пред'являються до регуляторів, стали причиною розвитку різних типів регуляторів, перерахованих нижче:
регулятори максимальних обертів. Ці регулятори розроблені тільки для обмеження максимальних обертів двигуна;
регулятори мінімальних і максимальних обертів.

Крім максимальних обертів ці регулятори також керують низькими оборотами холостого ходу, регулятори змінюваних обертів. Ці регулятори крім максимальних обертів і низьких оборотів холостого ходу також керують оборотами в проміжній області, комбіновані регулятори. Вони являють собою комбінацію регулятора максимальних і мінімальних оборотів і регулятора змінюваних обертів, регулятори для стаціонарних силових установок. Вони розроблені для двигунів генераторних установок відповідно до німецького стандарту DIN 6280. Крім свого основного завдання, цей регулятор також має кілька інших функцій управління. Вони включають в себе автоматичну подачу і відсічення додаткового палива, необхідного для запуску і зміна подачі палива при повному навантаженні в залежності від оборотів двигуна (управління крутним моментом), від тиску, що нагнітається або атмосферного тиску. Для виконання цих завдань потребує додаткового обладнання.

Залежно від зниження оборотів, коли навантаження на двигун забирається, то максимальні оберти при повному навантаженні n_{v0} не досягають величини n_{l0} (підвищені обороти холостого ходу - максимальні). Регулятор підганяє їх до цього необхідного значення, пересуваючи керуючу рейку в напрямку зупинки (припиняючи подачу палива). Управління (регулювання) в області між n_{v0} і n_{l0} називається регулюванням

максимальних обертів. Чим вище зниження оборотів, тим вище збільшення оборотів між n_{v0} і n_{l0} .

Коли потрібне спеціальне застосування (наприклад, в автомобілях з коробкою відбору потужності), то регулятор може підтримувати обороти двигуна в межах необхідної області (2) між оборотами холостого ходу і підвищеними оборотами холостого ходу (максимальними), (1 - хід керуючої рейки).

Обороти двигуна (5), таким чином, коливаються тільки в межах робочої області між n_v (Повне навантаження-3) і n_l (без навантаження-4) в залежності від навантаження.

Регулювання може також мати місце і в найнижчій області оборотів двигуна.

Після запуску холодного двигуна, коли керуюча рейка переміщається з пускового положення в положення В, опір двигуна на тертя залишається досить високим, Це означає, що кількість палива, що подається для стійкої роботи двигуна буде трохи вище того, яке зазвичай відповідає регулювальній точці L для низьких оборотів холостого ходу, а обороти двигуна будуть трохи нижче. При прогріванні зменшення тертя буде причиною збільшення оборотів двигуна, і рульова рейка пересунеться назад в положення L. Це установка низьких оборотів холостого ходу для двигуна, що знаходиться при робочій температурі.

Управління крутним моментом

Управління крутним моментом використовується для забезпечення повного використання повітря для згоряння, що надійшов в циліндр двигуна. У такому випадку процес управління не актуальний, але на регулятор накладається більше однієї функції регулювання. Він розроблений для кількості палива, що подається для режиму повного навантаження, тобто для максимальної кількості палива, що впорскується в області навантажень двигуна і яке може згоріти без надмірного димоутворення. Загалом, потреба в паливі «атмосферного» (тобто без наддуву) дизельного двигуна знижується з ростом оборотів двигуна (зменшена відносна швидкість повітряного потоку, обмеження по температурі, змінюване смесеобразование). З іншого боку, при постійному положенні керуючої рейки кількість палива, що впорскується ПНВТ, збільшується в певній галузі, коли обороти зростають. Це відбувається через ефект дроселювання у отвори для скидання (зливного отвору) плунжерній пари ПНВТ. Однак впорскування надлишкового палива призводить до викидів диму і перегріву двигуна. Це означає, що кількість палива, що впорскується має бути адаптованим до потреб двигуна в паливі.

У регуляторів числа оборотів з керуванням крутним моментом керуюча рейка пересувається в галузі управління крутним моментом на фіксовану величину (так званий процес управління крутним моментом) в напрямку зупинки (відсічення подачі палива). Таким чином, коли обороти зростають (від n_l , до n_2), кількість палива, що подається зменшується (примусове управління крутним моментом або управління крутним моментом в напрямку

управління). Коли обороти двигуна падають (з n_2 до n_1), подача збільшується.

Мал. 1. Управління ходом рейки; 2. Початок управління крутним моментом; 3. Кінець управління крутним моментом; 4. Процес управління крутним моментом; 5. Обороти двигуна.

Конструкція і розташування приладів для управління крутним моментом змінюються відповідно до типу регулятора. Крива крутного моменту з і без управління крутним моментом показана на малюнку. Максимальний крутний момент досягається в усьому діапазоні показаних оборотів без перевищення меж димності.

На двигунах, оснащених турбонагнітачем з приводом від вихлопних газів, що мають високий коефіцієнт наддуву, потреба в паливі на режимі повного навантаження в областях низьких оборотів зростає настільки, що стандартне збільшення подачі палива від ПНВТ стає недостатньою. У таких випадках управління крутним моментом має регулюватися в залежності від оборотів двигуна або тиску повітря, що нагнітається.

Залежно від переважаючих умови це здійснюється з використанням або регулятора, або компенсатора тиску у впускному колекторі (LDA) або обох цих пристроїв.

Після заміни ремня ГРМ або паливного насоса високого тиску (ПНВТ) на дизельному двигуні часто виникає проблема з пошуком міток, за якими необхідно виставити шків ПНВТ. Його невірне становище призводить до несвоєчасного подання палива і неправильної роботи двигуна. Щоб уникнути цього, слід діяти перевіреним способом.
