

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Конструкція двигунів внутрішнього згорання авіаційної наземної
техніки»
вибірковий компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)

за темою № 4 - Системи забезпечення роботи двигуна енергоустановки

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх
справ

Протокол від 30.08.2022 №7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького
льотного коледжу
Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування
авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної
техніки Олександр ХАРЬКОВ

Рецензенти:

1. викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Володимир ТЯГНІЙ;
2. технічний директор ПрАТ «АвтоКрАЗ» кандидат технічних наук Сергій ДУНЬ

План лекцій:

1. Система охолодження двигуна. Система змащення. Система запалювання та електропуску. Паливна система. Характерні несправності системи, причини, ознаки, наслідки, заходи по їх усуненню та попередженню.

Рекомендована література:

Основна література:

1. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005. – 280 с.
2. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – 6-те вид. – К.: Либідь, 2006. – 400 с

Допоміжна література:

1. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. За ред. Марченка А. П. – Харків: НТУ «ХП», 2008. – 488 с.
2. Шапко В. Ф. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів: підручник / В. Ф. Шапко, С. В. Шапко. – Харків: Точка, 2016. – 232 с.
3. Аеродроми. Харченко В.П., Миронченко Ю.І. Навчальний посібник, К.:НАУ, 2008-88с.
4. Вертодроми. Першаков В.М., Белятинський А.О., Близнюк Т.В., Семироз Н.Г. Навчальний посібник, К.: НАУ, 2014-370 с.
5. Аеродромно-технічне забезпечення польотів. Конспект лекцій./ Білякович О.М. - К.: «НАУ-друк», 2009. - 80с.

1. Система охолодження двигуна. Система змащення. Система запалювання та електропуску. Паливна система. Характерні несправності системи, причини, ознаки, наслідки, заходи по їх усуненню та попередженню.

Вплив температурного режиму на роботу двигунів

Система охолодження призначається для підтримання оптимального режиму двигуна.

Двигун працює нормально тільки при постійному тепловому режимі. Якщо головка циліндрів, циліндри, поршні та інші деталі стикаються з гарячими газами перегріваються то підвищується їх знос і вигорання мастильного матеріалу. Зменшення зазорів внаслідок теплового розширення може привести до заклинювання поршнів в циліндрах. Водночас знижується потужність із-за погіршення наповнення циліндрів. В карбюраторних двигунах перегрів може бути причиною детонації. Таких наслідків не буде якщо охолоджувати гарячі деталі.

Однак зайве охолодження теж недопустиме. Якщо двигун переохолоджений то збільшуються затрати теплоти в процесі перетворення її в механічну енергію. Крім того паливо погано випаровується, важко займається і

не повністю згорає, що понижує потужність і економічність двигуна, а також приводить до утворення нагару при неповнім згоранні палива може привести до залягання поршневих кілець і зависання клапанів. Знос в переохолодженому двигуні теж збільшується так як проходить конденсація продуктів згорання в циліндрах, а вони будучи в рідинному стані викликають велику корозію циліндрів, поршнів і поршневих кілець. В дизелях із-за збільшеної затримки самозгорання палива підвищується жорсткість роботи, а в карбюраторних двигунах пари бензину, конденсуючись на стінках циліндрів змивають масло і розріджують його. Для сучасних двигунів нормальним тепловим режимом вважається такий, при якому температура рідини дорівнюватиме 85...95 °С.

В автомобільних двигунах застосовують такі системи охолодження: рідинна, повітряна.

Температура охолодної рідини, що міститься в головці блока циліндрів, має становити 80. . 95С. Такий температурний режим найвигідніший, забезпечує нормальну роботу двигуна й не повинен змінюватися залежно від температури навколишнього середовища та навантаження двигуна.

Рідинні системи охолодження бувають: відкриті, закриті. Відкрита система охолодження безпосередньо сполучається з навколишнім середовищем, а закрита, що застосовується в сучасних двигунах періодично, через спеціальні клапани в кришці радіатора або розподільного бачка. В закритих системах охолодження підвищується температура кипіння охолодної рідини, й вона менше випаровується. Крім того, циркуляція рідини примусова. Як охолодну рідину використовують воду або антифризи (водянні розчини етиленгліколю, в тому числі « Тосол-А40 » і « Тосол-А65 » з температурою замерзання не вище ніж -40 та - 65С відповідно).

В двигунах з рідинною системою охолодження циліндри і їх головки створюють водяну сорочку, яка сполучається з радіатором. При роботі двигуна рідина циркулює: нагріта гарячими деталями вона поступає в радіатор і розтікається по трубкам: повітря обдуває трубки в результаті чого рідина охолоджується і повертається в водяну сорочку циліндрів

Охолоджувальні рідини

Надійність роботи рідинної системи охолодження залежить від властивостей охолоджувальної рідини, яка повинна бути достатньо теплоємкою, з високою температурою кипіння і низькою температурою замерзання, не мати схильності до утворення накипу, не викликати корозії металевих деталей та не пошкоджувати гумових й пластикових матеріалів, бути безпечною для людини в процесі експлуатації, а також пожежобезпечною, дешевою і поширеною.

Найпоширеніша охолоджувальна рідина тракторних двигунів в умовах сільського господарства - це вода. Основні її недоліки: температура замерзання 0°С і наявність солей, які у вигляді накипу відкладаються на поверхнях сорочки охолодження та деталей системи. Тому в системі охолодження повинна бути лише «м'яка» вода - дощова або із талого снігу.

Пом'якшують воду кількома способами.

1. Кип'ятіння води протягом 15...20 хв. Після відстоювання і фільтрування воду застосовують в системі охолодження.

2. Приготування розчину з 10 л води і 3 кг технічного тринатрійфосфату ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), який кілька разів перемішують. Після відстоювання 1 л розчину додають до 200 л жорсткої води і знову перемішують, після відстоювання воду заливають в систему.

3. Додавання, безпосередньо в систему охолодження, від 3 до 10 г хромпіку ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) на 1 л води. Хромпик перетворює солі кальцію і магнію в пухкий осад, який циркулює з водою і легко виводиться із системи при промиванні.

4. Пропускання води через переносний глауконітовий фільтр.

5. Пропускання води через магнітний фільтр.

В холодний період року в системах охолодження застосовують спеціальні рідини – антифризи.

Антифриз – це суміш етиленгліколю і дистильованої води. Промисловість виготовляє дві марки антифризів – 40 і 65 з температурою замерзання відповідно - 40°C і - 65°C. При замерзанні антифризів утворюється сипка маса, об'єм якої збільшується лише на 0,2...0,3%, тому система не розморожується.

Антифриз-40 – світло-жовта, трохи каламутна масляниста рідина, являє собою суміш із 53% етиленгліколю і 47% дистильованої води. Антифриз-65 має оранжевий колір і складається з 66% етиленгліколю і 34% дистильованої води. В антифризи додають антикорозійну присадку, у складі якої фосфорнокислий натрій Na_2HPO_4 і 1 г/л декстрину. Фосфорнокислий натрій захищає від корозії чавунні, сталеві й мідні деталі, а декстрин – припої і деталі із алюмінію і міді.

Використання антифризів в системі охолодження дає такі переваги: низька температура застигання і висока температура кипіння, високий ступінь в'язкості, рідина не горюча, з достатньо високою теплоємністю і теплопровідністю.

Основним недоліком антифризів є токсичність. Попадання антифризу в організм людини викликає тяжкі отруєння. Тому, при роботі з ними необхідно дотримуватись таких основних заходів безпеки.

Заливати антифриз в систему охолодження потрібно на 5–8 % менше повного об'єму, оскільки він має високий коефіцієнт об'ємного розширення під час нагрівання.

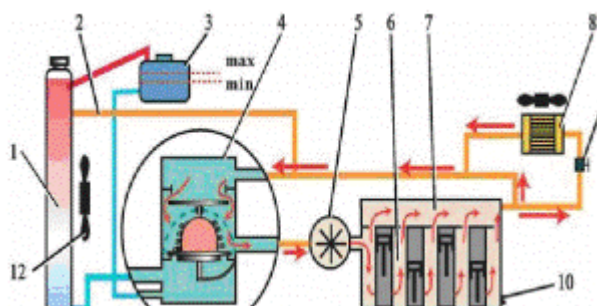
Для цілорічної експлуатації тракторів і автомобілів призначені рідини Тосол-А40 і Тосол-А65 зелено-голубого кольору, які при температурах відповідно -40°C і -65°C перетворюються у желеподібну масу. Тосол виготовляють на основі етиленгліколю з добавкою 2,5...3,0% складної композиції протикорозійних і антипінних присадок.

Загальна будова призначення системи охолодження двигунів

На сучасних тракторних двигунах застосовується закрыта система рідинного охолодження з примусовою циркуляцією рідини рис.39, яка складається з таких елементів: сорочки охолодження, яка утворюється порожнинами блока і головки блока циліндрів, з'єднаних між собою; радіатора

3, який верхнім 10 і нижнім 11 патрубками з'єднується з сорочкою охолодження; рідинного відцентрового насоса 9 і вентилятора 2, встановлених на одному валу в загальному корпусі, прикріпленому до блока. Привод насоса і вентилятора здійснюється від колінчастого вала через пасову передачу. У верхній частині головки блока циліндрів розташований термостат 6, який відвідною трубою 12 з'єднаний з відцентровим насосом 9. Рідина в сорочку охолодження заливається через горловину верхнього бачка радіатора, яка закривається кришкою з пароповітряним клапаном 13. Зливається рідина із сорочки охолодження за допомогою краників 14, встановлених на нижньому бачку радіатора і блока циліндрів.

Мале коло



Велике коло

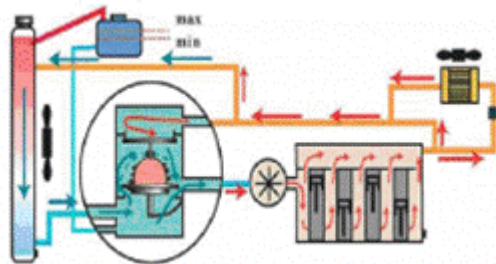


Рис. 2.8– Схема системи охолодження

4 Принцип роботи системи охолодження двигунів

При роботі холодного двигуна рідина в системі циркулює по малому колу: насос 5 – сорочка охолодження 7 – термостат 4 – відвідна трубка 2, знову – до насоса 5. Циркуляція здійснюється до досягнення рідиною температури 60...75 °С.

При такій температурі спрацьовує термостат 4, рідина починає циркулювати по великому колу за допомогою насоса 5: насос 5 – сорочка охолодження 7 – термостат 4 – верхній патрубок 2 – верхній бачок радіатора 3 – серцевина радіатора – нижній бачок радіатора – нижній патрубок 11 – насос 5. У трубках серцевини радіатора рідина охолоджується, оскільки в серцевині радіатора один потік рідини із патрубка 10 розподіляється і теплота від рідини передається трубкам серцевини. Зовнішня поверхня трубок обдувається потоком повітря, що всмоктується вентилятором 2. Інтенсивність повітряного потоку регулюється за допомогою встановлення перед серцевиною радіатора шторки 1.

При нормальній роботі двигуна з номінальним навантаженням температура охолоджувальної рідини, яка потрапляє у верхній бачок радіатора,

становить 85...90°C, а температура охолодженої рідини на вході в сорочку охолодження відповідно 70...75 °С. В радіаторі температура охолоджувальної рідини зменшується на 10...15°C.

Для контролю температури охолоджувальної рідини використовують датчики та показники температури. Датчик температури охолоджувальної рідини може встановлюватись у верхньому патрубку радіатора після корпусу термостата (Д-65Н), в кінці відвідного трубопроводу головки циліндрів (СМД-18Н, А-41) або в патрубку відведення рідини із сорочок охолодження кожного ряду циліндрів дизелів СМД-60.

Система повітряного охолодження. В цій системі тепло від деталей двигуна відводиться в результаті обдування циліндрів і їх головок повітрям.

Система повітряного охолодження двигуна складається з вентилятора 9 (рис.40) та напрямних: кожуха 2, щитків (дефлекторів) 4, 7, 8, апарату 10.

Ротор вентилятора і напрямний апарат відлиті з алюмінієвого сплаву. Ротор закріплений на одному валу з шківом, який приводиться клинопасовою передачею від шківів колінчастого вала. Направний апарат разом з каркасом прикріплений до остова двигуна. Він служить для зміни напрямку повітряного потоку на протилежний обертання ротора, що створює неможливість завихрення.

Для оберігання вентилятора від потрапляння сторонніх предметів і зменшення забрудненості поверхонь, що охолоджуються напрямний апарат обладнаний захисною сіткою 11.

Система змащення двигуна

Взаємне переміщення рухомо з'єднаних деталей під час роботи двигуна супроводжується тертям і витратою енергії, а також виділенням теплоти.

Спрацювання поверхонь призводить до збільшення зазорів у рухомих з'єднаннях деталей та полумок. Залежно від стану поверхонь, що дотикаються, тертя може бути сухим, рідинним або граничним.

Сухе тертя характеризується тим, що робочі поверхні деталей абсолютно сухі й безпосередньо дотикаються одна до одної. Робота механізмів супроводжується руйнуванням мікровиступів з'єднаних поверхонь, значними витратами енергії, спрацюванням і виділенням теплоти. Рухомі поверхні, що з'єднуються, змащують.

Тертя між робочими поверхнями, відокремленими достатньо товстим шаром оливи, називають рідинним. При цьому виключається безпосередній контакт поверхонь, зменшується потрібна для взаємного переміщення деталей сила та значно знижується їх спрацювання. У двигунах рідинне тертя характерне переважно для підшипників колінчастого вала на робочих режимах.

Тертя, коли робочі поверхні відокремлені лише тонкою плівкою оливи, яка утримується силами молекулярного тяжіння, називають граничним. Залежно від товщини плівки розрізняють напіврідинне або напівсухе тертя.

Відповідно до гідродинамічної теорії мащення олива переноситься валом з широкої частини (рис. 2.48) до вузької. Через нездатність до стиснення вона намагається витекти з-під поверхонь, чому протидіють сили в'язкості. Із зменшенням зазору між тертьовими поверхнями процес утруднюється, для

видавлювання оливи необхідний все більший тиск. Максимальний тиск створюється у зоні найменшого зазору. Отже, шар оливи, що відокремлює вал і підшипник, буде носієм. Вал із збільшенням частоти обертання намагається зайняти таке положення, коли його вісь наближається до центра підшипника. Надійність забезпечення рідинного тертя залежить від в'язкості оливи, швидкості руху поверхонь і навантаження на них. Рідинне тертя зменшує витрати енергії на подолання сил опору руху в 10—15 разів

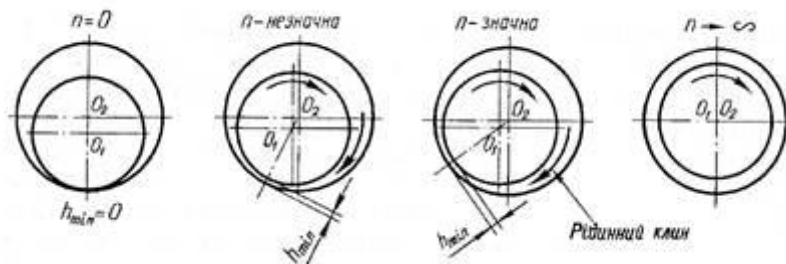


Рис. 2.48. Схема утворення рідинного клина при зміні частоти обертання вала у підшипниках ковзання

Безперебійну подачу оливи до поверхонь тертя деталей двигуна забезпечує система мащення. Внаслідок циркуляції у зазорах між рухомими поверхнями олива сприяє їхньому охолодженню, запобігає корозії, відводить продукти спрацювання, ущільнює з'єднання.

У сучасних двигунах підведення оливи до поверхонь тертя здійснюється так: під тиском з безперервною подачею; під тиском з періодичною (пульсуючою) подачею; розбризкуванням.

Систему мащення, в якій використовують різні способи підведення оливи до поверхонь тертя, називають комбінованою. Вона складається з резервуара (піддона картера) із заливною горловиною 17 (рис. 2.49), шестеренного насоса 7

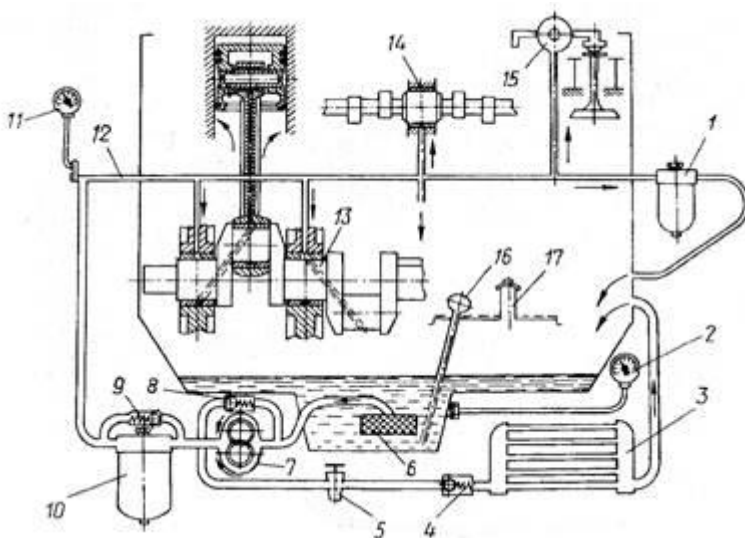


Рис. 2.49. Загальна схема системи мащення двигуна:

1, 10 — фільтри; 2 — термометр; 3 — радіатор; 4, 8, 9 — відповідно запобіжний, редукційний і перепускний клапани; 5 — кран; 6 —

оливоприймач; 7 — насос; 11 — манометр; 12 — головна магістраль; 13 — корінний підшипник; 14 — підшипник розподільного вала; 15 — вісь коромисла; 16 — оливомірний стержень; 17 — заливна горловина

з оливоприймачем 6, фільтрів 1 і 10, головної магістралі 12, редуційного 8, перепускного 9 і запобіжного 4 клапанів.

З головної магістралі олива під тиском через отвори у картері та блоці надходить до корінних підшипників 13 колінчастого вала, підшипників 14 розподільного вала і в порожнисту вісь 15 коромисел. Від корінних підшипників через канали у шийках і щоках вона потрапляє до шатунних підшипників колінчастого вала. У шатунах деяких двигунів просвердлено канали для мащення пальців. Олива, що витискається із зазорів у підшипниках колінчастого і розподільного валів,

Тиск оливи контролюється манометром 11, датчик якого встановлено у головній магістралі, а показчик — на щитку приладів. У деяких двигунах для контролю температури оливи застосовується термометр 2, датчик якого розміщено у піддоні картера. Радіатор 3 охолоджує оливу, його включення (виключення) забезпечується краном 5. Охолоджена олива зливається у піддон картера.

Система мащення дизеля Д-240 складається з піддона картера 13 (рис. 2.50), насоса 6 із забірником, фільтрів 5, радіатора 1, трубок і каналів, пристроїв для автоматичного перемикавання каналів 7, 8 і 9, контрольних приладів 3. розбризкується рухомими деталями КШМ і як туман покриває стінки циліндрів, кулачки розподільного вала, штовхачі тощо.

Моторні оливи зменшують витрати енергії на подолання сил тертя, відводять теплоту від деталей, що нагріваються, запобігають корозії, очищають зазори від продуктів забруднення, герметизують з'єднання "циліндр-кільце" і "кільце-поршень".

Важливими показниками якості оливи є в'язкість і маслянистість (липкість).

В'язкість оливи — здатність створювати опір переміщенню однієї її частини відносно іншої,

маслянистість — здатність створювати на поверхні міцну оливну плівку.

Чим більша в'язкість і краща маслянистість, тим надійніше утримується оливна плівка і кращі умови для рідинного тертя. Проте надмірна в'язкість оливи у з'єднаннях з малими зазорами утруднює їх рух.

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПОДАЧІ ТА ФІЛЬТРАЦІЇ ОЛИВИ

Насос призначений для створення необхідного тиску оливи. У системах мащення двигунів застосовують одно-, дво- та трисекційні шестеренні насоси.

Односекційний насос складається з корпусу 1 (рис. 2.51), в якому є дві шестерні: ведуча 2 приводиться у дію за допомогою шестеренної передачі від колінчастого вала та ведена 4. У процесі обертання шестерень їхні зубці, виходячи із зачеплення у всмоктувальній порожнині насоса, створюють розрідження. Завдяки цьому олива засмоктується з піддона картера через сітчастий фільтр 3, заповнює впадини між зуб'ями й переноситься у нагнітальну порожнину.

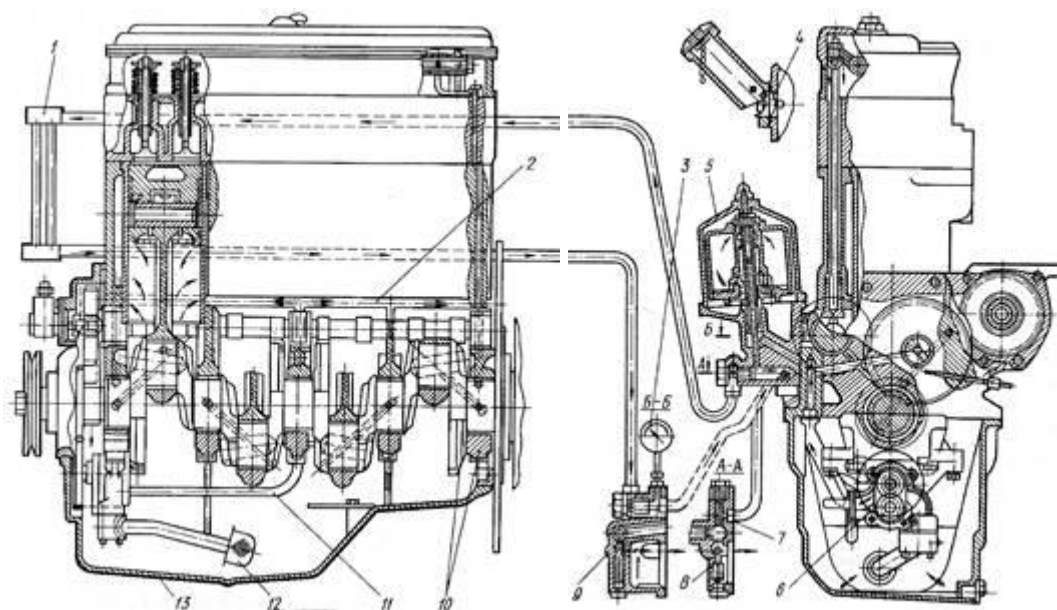


Рис. 2.50. Система мащення двигуна Д-240:

1 — радіатор; 2 — головна магістраль; 3 — манометр; 4 — сітка; 5 — фільтр; 6 — насос; 7, 8, 9 — відповідно редукційний (радіаторний), зливний і запобіжний клапани; 10 — упорне півкільце; 11 — патрубок; 12 — оливоприймач; 13 — піддон картера

Для попередження надмірного зростання тиску в системі (подачу насосом розраховують із запасом) передбачено запобіжний клапан.

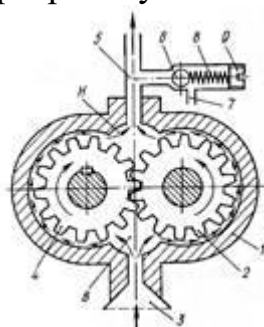
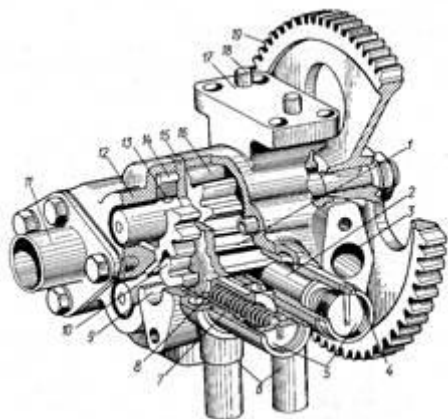


Рис. 2.51. Схема роботи насоса:

1 — корпус; 2, 4 — відповідно ведуча і ведена шестерні; 3 — сітчастий фільтр; 5 — канал нагнітання; 6, 8, 9 — відповідно запірна кулька, пружина і регулювальний гвинт запобіжного клапана; 7 — отвір для перепуску оливи; Н, В — відповідно нагнітальна і всмоктувальна порожнини

З боку нагнітальної порожнини на його кульку 6 діє тиск оливи, а з протилежної — пружина. Якщо тиск оливи перевищує опір пружини (наприклад, під час пуску двигуна, коли олива холодна і має підвищену в'язкість), клапан перепускає її надлишок у піддон (в інших конструкціях — у всмоктувальну порожнину насоса).



Двосекційний насос двигунів СМД-60 і СМД-62 (рис. 2.52) має основну секцію, що подає оливу у головний контур (до фільтра), та додаткову, яка подає оливу до радіатора. До корпусу нагнітальної секції насоса 17 кріпиться корпус радіаторної секції 12. На валу, що приводиться шестернею 19, розміщено ведучі шестерні нагнітальної 16 (виготовлена заодно з валом) та радіаторної 14 (зафіксована кулькою)

Рис. 2.52. Двосекційний насос системи

мащення двигунів СМД-60 і СМД-62:

1, 16 — відповідно ведена і ведуча шестерні нагнітальної секції; 2, 3 — відповідно редукційний клапан і вихідний отвір нагнітальної секції; 4 — стопорне кільце; 5 — регулювальні пробки; 6 — зливні трубки; 7 — корпус клапанів; 8 — запобіжний клапан радіаторної секції; 9 — вихідний отвір радіаторної секції; 10, 14 — відповідно ведена і ведуча шестерні радіаторної секції; 11 — всмоктувальна трубка; 12 — корпус радіаторної секції; 13 — шпонка (кулька); 15 — проставка; 17 — корпус нагнітальної секції; 18 — встановлювальний штифт; 19 — приводна шестерня

секцій. Клапани 8 і 2 обмежують тиск подачі оливи (нагнітальної секції до 1 МПа, радіаторної — до 0,25 МПа). Надлишкова олива зливається через трубки 6 у піддон картера.

На V-подібних двигунах СМД запроваджений насос для передпускового прокачування оливи. Він забезпечує подачу оливи у систему з моменту пуску пускового двигуна, чим усувається можливість напівсухого або сухого тертя, збільшується термін експлуатації підшипників. Приводиться насос від шестерні редуктора пускового двигуна.

Під час роботи двигуна олива забруднюється металевими частинками, нагаром, смолами й пилом. Для її очищення застосовують різні пристрої, призначені для фільтрації, відстоювання чи відцентрового очищення.

Фільтрація відбувається під час просочування оливи через дрібні отвори фільтра, внаслідок чого механічні частки затримуються на його поверхні. Такі фільтри встановлюють у заливних горловинах систем, в оливоприймачах тощо.

Залежно від розмірів частинок, що затримуються, розрізняють фільтри грубої (не пропускають частинки розміром понад 40 мк) і тонкої (відповідно понад 1—2 мкм) очистки. Внаслідок значного опору фільтри тонкої очистки під'єднуються до системи паралельно, щоб через них проходив не весь потік.

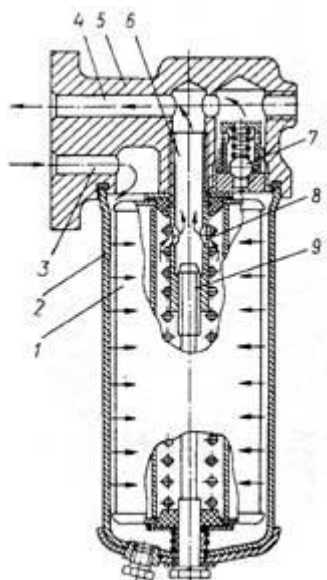
У простому щілинному фільтрі як фільтрувальний елемент використовується дрібна металева сітка. Пластинчасто-щілинні фільтри складаються з комплектів відокремлених металевих пластин. Олива проходить через щілини між пластинами, залишаючи на фільтрувальному елементі частинки, більші за щілини.

Корпус 2 (рис. 2.53) щілинного фільтра з паперовими елементами прикріплений до кришки гвинтом 9. У корпусі розміщено фільтрувальний елемент 1 з пористого картону, в кришці — перепускний клапан 7.

Рис. 2.53. Щілинний фільтр автомобільного карбюраторного двигуна:

1 — фільтрувальний елемент; 2 — корпус; 3, 4 — відповідно підвідний і відвідний канали; 5 — кришка; 6 — трубка; 7 — перепускний клапан; 8 — отвори; 9 — гвинт

Олива надходить від насоса через канал 3, просочується через пори, залишаючи на поверхні бруд, і через отвори 8 у трубці 6 — до каналу 4 кришки 5.



При забрудненому фільтрувальному елементі або надмірній в'язкості оливи перепускний клапан відкривається і неочищена олива подається у систему. Забруднений фільтр замінюють.

Відстоювання характеризується тим, що олива перебуває у нерухомому стані або рухається з порівняно малою швидкістю. Частинки, густина яких перевищує густину оливи, під дією сил тяжіння осідають.

Очищення відцентровим способом принципово не відрізняється від відстоювання. Різниця лише у тому, що осідання домішок відбувається не під дією сил тяжіння, а під дією відцентрових сил, що виникають при обертотому русі місткості з оливою. Таким способом відбувається очищення у шатунних шийках колінчастого вала двигуна: олива, що підведена до порожнин шатунних шийок, обертається разом з ними, механічні домішки під дією відцентрових сил рухаються від центра обертання і відкладаються на стінках місткостей. Очищена олива надходить до шатунних підшипників. Якість такого очищення залежить від частоти обертання колінчастого вала, відстані між його осями та очищувальної порожнини, в'язкості та швидкості руху оливи через порожнину.

Основними очисниками оливи на більшості сучасних двигунів є центрифуги. Залежно від характеру сил, що обертають ротор, їх поділяють на реактивні та активно-реактивні.

Реактивна центрифуга складається з корпусу 1 (рис. 2.54), ковпака 2 й ротора, вільно встановленого на осі 4. Стакан ротора 3 притиснутий до основи гайкою й ущільнюється гумовими прокладками. Подільник 5 розмежовує порожнини очищеної й неочищеної оливи. У корпусі ротора запресовано дві втулки, захищені зверху сітками 7, якими з'єднуються порожнина ротора з жиклерами 9.

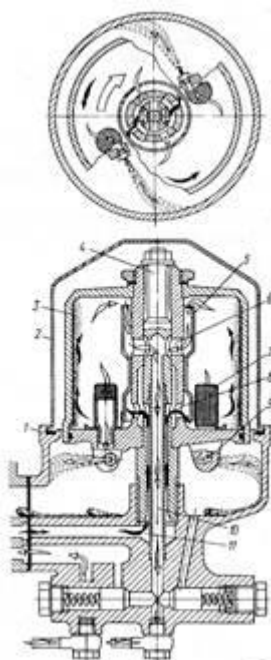
Олива нагнітається насосом у корпус ротора через канал 11 і отвори 8. З порожнини ротора воно виходить двома шляхами: через жиклери 9 заливається у піддон картера; через отвори 6 і трубку 10 — у магістраль. Оскільки пропускна здатність жиклерів і вихідних каналів до магістралі менша, ніж подача насоса, то під час роботи двигуна олива у роторі перебуває під тиском.

З жиклерів вона виходить із значною швидкістю, внаслідок чого виникають реактивні сили, дотично спрямовані до кола їхнього обертання у сторони, протилежні напрямкам струменів. Цим забезпечується обертання ротора. Під дією відцентрових сил бруд відкладається на стінках ротора.

Рис. 2.54. Будова і дія реактивної центрифуги:

1 — корпус; 2 — ковпак; 3 — стакан; 4 — вісь; 5 — подільник очищеної і неочищеної оливи; 6 — отвори для відведення очищеної оливи; 7 — запобіжна сітка; 8 — отвори для підведення неочищеної оливи; 9 — жиклер (сопло); 10 — трубка; 11 — підвідний канал

Частота обертання ротора та якість очищення оливи залежать від її тиску й температури, а також від сили тертя



у підшипниках ротора. Зменшення сил тертя забезпечується тим, що площа, яка сприймає тиск оливи біля верхнього днища ротора, дещо більша, ніж біля нижнього. Таке співвідношення геометричних розмірів поверхонь призводить до виникнення підйомної сили, яка зміщує ротор вгору так, що він майже не опирається на нижню опору. Частота обертання ротора центрифуг сучасних дизельних двигунів визначається рівнем 6000 хв⁻¹.

Центрифугу, вмонтовану в систему мащення так, що через неї проходить уся олива, називають повнопотоковою.

На відміну від розглянутої, в активно-реактивної (безсоплової) центрифуги немає жиклерів і вся олива з ротора (після очищення) спрямовується на мащення поверхонь тертя (двигуни Д-240 і Д-245). Відсутність зливання оливи дає змогу зменшити її загальний потік, внаслідок чого зменшується енергія, потрібна для привода насоса. Крім того, через відсутність струмування оливи із жиклерів, вона менше насичується повітрям, тобто менше окислюється.

Олива, що нагнітається насосом, підвідним каналом 5, кільцевим каналом та отворами в осі підводиться до насадки 7, звідки виходить через канал Н у порожнину НП колонки ротора. Струмені оливи, що мають значну швидкість і спрямовуються каналами Н дотично до внутрішньої стінки колонки, створюють активний момент, який змушує ротор обертатися. З порожнини НП колонки через її радіальні отвори олива подається у порожнину ротора 3, де очищається від домішок. Далі каналами В у верхній частині колонки вона рухається у порожнину ВП. При цьому виникають реактивні сили, крутний момент яких збігається з активним. Сумарний крутний момент забезпечує обертання ротора з частотою у межах 6000 хв⁻¹. Очищена олива з порожнини ВП каналом і трубкою в осі спрямовується у магістраль.

Щоб стримати надмірне зменшення в'язкості оливи й уповільнити процес окислення, її охолоджують. Сучасні радіатори можуть знизити температуру оливи на 10—15°C.

У двигунах з повітряним охолодженням радіатор являє собою трубку з ребрами (змійовик), виготовлену з алюмінієвого сплаву і розміщену під розподільним кожухом вентилятора.

У двигунах з рідинним охолодженням оливний радіатор закріплений перед радіатором системи охолодження. Він складається з двох бачків та осердя із трубок, кінці яких з'єднуються з бачками. Осердя охолоджується повітряним потоком від вентилятора системи охолодження. Бачки поділені перегородками на відсіки, завдяки чому зростають шлях і час руху оливи через радіатор, що сприяє ефективнішому охолодженню.

Радіатор системи мащення включають (відключають) спеціальним краном залежно від пори року або це виконується відповідним клапаном.

КЛАПАНИ СИСТЕМИ

Деякі рухомі з'єднання деталей змащуються лише шляхом подачі оливи під тиском. Зниження тиску або його надмірне підвищення негативно відбивається на технічному стані двигуна. Тиск у магістралі залежить від частоти обертання колінчастого вала, температури оливи, рівня спрацювання

тертьових пар, опору фільтрів тощо. Щоб такі фактори не порушували нормальну роботу системи мащення, її обладнано автоматично діючими пристроями (клапанами).

Редукційний клапан 2 (рис. 2.56) обмежує тиск, який створюється насосом із запасом.

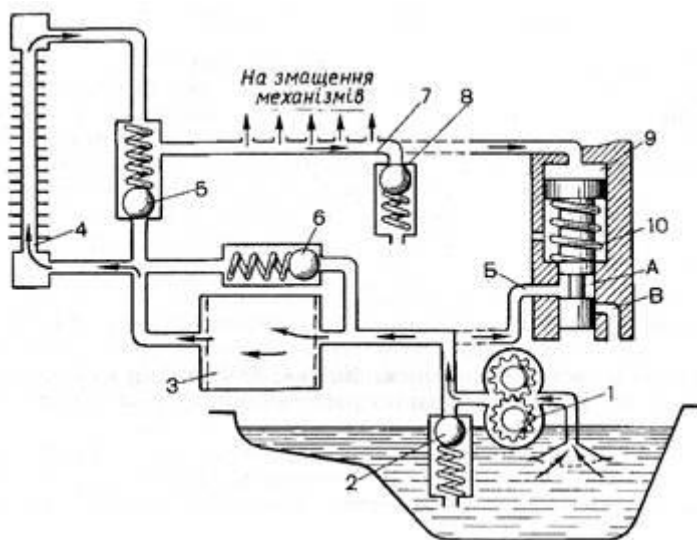
У деяких двигунах олива рухається спочатку через фільтр, для нормальної роботи якого потрібний досить високий тиск, а потім потрапляє у магістраль, де тиск має бути нижчим. У такому разі редукційний клапан насоса регулюється на значний тиск, а в магістралі розміщується зливний клапан 8. З одного боку на нього діє тиск оливи, з протилежного — сила пружини, яка регулюється на певний тиск. Коли тиск у магістралі перевищить встановлений, олива через клапан буде зливатися у піддон картера.

Замість зливного у деяких двигунах застосовується диференційний клапан 9, який автоматично регулює подачу оливи у систему. Плунжер клапана має кільцеву проточку А і пружину 10. Зверху на плунжер діє тиск у магістралі, знизу — пружина. Тиск, що передається безпосередньо з нагнітальної

порожнини насоса каналом Б у проточку А, не порушує рівноваги, оскільки площі торцевих поверхонь проточки однакові.

Рис. 2.56. Принципова схема клапанів системи мащення:

1 — насос; 2 — редукційний клапан; 3 — оливоочисник; 4 — радіатор; 5 — клапан-термостат; 6 — перепускний клапан; 7 — магістраль; 8 — зливний



клапан; 9 — диференційний клапан; 10 — пружина; А — кільцева проточка; Б, В — канали

Якщо тиск у магістралі перевищить допустимий, клапан зміститься вниз, подолавши опір пружини, і проточка А сполучить канали Б і В. Внаслідок цього деяка кількість оливи від насоса буде зливатися по каналу В у піддон.

Перепускний клапан 6 розташований паралельно оливоочиснику 3. З одного боку на нього діє тиск неочищеної оливи, з протилежного — тиск очищеної оливи і сила пружини, відрегульованої на перепад (різницю) тисків до і після фільтра. Коли опір фільтра перевищить цей перепад, клапан відкривається і частина неочищеної оливи опиниться у магістралі. Отже, клапан запобігає аварійному пошкодженню двигуна за рахунок підвищення спрацювання деталей.

Клапан-термостат 5 вмонтований паралельно радіатору. При циркуляції у системі холодної оливи (з підвищеною в'язкістю) опір у радіаторі зростає. Коли він перевищить перепад тисків, на який відрегульовано пружину, клапан

відкриється. Олива надходитиме у магістраль, обминаючи радіатор. Якщо до радіатора олива подається спеціальною секцією насоса, її редукційний клапан діє як клапан-термостат.

ВЕНТИЛЯЦІЯ ДВИГУНІВ

У процесі роботи двигунів у їхні картери з надпоршневих порожнин просочуються гази. Картерні гази складаються з сумішей: пара палива розріджує оливу і погіршує її якість; пара води спінює оливу й утворює емульсії, утруднюючи надходження її до поверхонь тертя; інші компоненти відпрацьованих продуктів утворюють в оливі смолисті речовини й кислоти (останні спричиняють корозію). Крім того, картерні гази підвищують тиск у картері, що шкодить ущільненням.

Вентиляція картера може бути відкритою або закритою. При відкритій вентиляції картерні гази відсмоктуються безпосередньо в атмосферу через трубку або сапун у заливній горловині системи мащення двигуна або у кришці клапанного механізму. Щоб запобігти потраплянню пилу в картер, сапун обладнують фільтром.

Картерні гази токсичні, тому в сучасних автомобілях поширюються закриті системи вентиляції, коли картерні гази відводяться у впускний колектор, а потім у циліндри двигуна для спалювання.

Призначення систем запалювання, класифікація і вимоги до них

Систему запалювання застосовують у бензинових (газових) двигунах. Вона призначена для створення високовольтного іскрового розряду між електродами свічки запалювання, розподілу цих імпульсів по свічках циліндрів відповідно до порядку їх роботи та фаз газорозподілу, частоти обертання та навантаження на двигун, а також надійного і своєчасного запалювання робочої суміші.

Система запалювання має забезпечувати такі основні вимоги:

- високу вторинну напругу з відповідним запасом у всіх режимах роботи двигуна, включаючи його пуск за низької температури навколишнього середовища та безперебійне іскроутворення (до 20 000 іскор за хвилину);
- запалювання збідненої робочої суміші, коли $\alpha = 1,1 - 1,2$, для забезпечення економічної роботи двигуна;
- швидкість зростання вторинної напруги має забезпечувати надійне іскроутворення, зокрема за наявності нагару на ізоляторі свічки, що утворюється в процесі експлуатації;
- автоматичне встановлення оптимального кута випередження запалювання залежно від швидкісних і навантажувальних режимів роботи двигуна, якісних показників паливної суміші та інших параметрів двигуна;
- електронні пристрої та елементи системи запалювання мають надійно працювати і витримувати електричні, температурні та механічні перевантаження впродовж усього ресурсу експлуатації автомобіля;
- малу токсичність випускних газів;
- не створювати перешкод радіо- і телепередачам та засобам зв'язку;

- конструкція елементів системи запалювання повинна мати мінімальні розміри і масу, низьку трудомісткість і вартість виготовлення, бути зручною для обслуговування та діагностування.

Подальше вдосконалення систем запалювання пов'язане з підвищенням вимог до двигунів, необхідністю збільшення їх економічності, зниження токсичності відпрацьованих газів, зменшення періодичності й трудомісткості обслуговування в процесі експлуатації. Досягнення економічності та зниження токсичності здійснюють як шляхом збіднення робочої суміші, збільшення ступеня стискання, удосконалення камер згоряння та впускних трубопроводів, створення умов для завихрення робочої суміші, так і оптимізацією іскрового зазору у свічках, використанням режимів роботи в зонах, близьких до детонаційних, застосуванням турбонаддування тощо, що досягається через систему запалювання.

Напругу, за якої відбувається іскровий розряд між електродами свічки запалювання, називають пробивною (U_n). Вона залежить від величини зазору між електродами свічки, ступеня стискання, частоти обертання колінчастого вала, складу, температури й швидкості руху робочої суміші в камері згоряння в момент пробою іскрового проміжку, форми, температури та матеріалу електродів свічки.

Пробивну напругу свічки визначають за законом Пащенко:

$$U_n = f(P\delta/T),$$

де: P – тиск у камері згоряння в момент іскрового пробою, δ – іскровий проміжок свічки, T – абсолютна температура середовища в камері згоряння в момент пробою.

Для орієнтовних розрахунків за рівномірної напруги електричного поля для визначення пробивної напруги часто використовують емпіричну формулу:

$$U_n = 1,36 + 115,8 P\delta/T.$$

Зі збільшенням іскрового зазору, ступеня стиску і частоти обертання колінчастого вала пробивна напруга має збільшуватися і зменшуватися під час зростання температури робочої суміші. Так, для пуску двигуна зі ступенем стискання $\varepsilon = 7,0 - 7,5$ потрібна пробивна напруга 16 – 18 кВ, а в його робочому режимі – 12 – 14 кВ; якщо $\varepsilon = 8,5 - 10$ вона становить відповідно 18 – 20 і 13 – 15 кВ.

У процесі експлуатації свічок запалювання внаслідок електричної ерозії їхні електроди заокруглюються, між ними збільшується зазор, впродовж роботи двигуна постійно змінюється склад робочої суміші, а тому для надійного її запалювання робоча напруга має перевищувати пробивну не менш як у 1,5 раза.

Процес горіння робочої суміші в циліндрі двигуна відбувається впродовж певного періоду. Спочатку від іскрового розряду спостерігається

приховане горіння, після якого настає період видимого горіння і в циліндрі різко підвищується тиск газів. У зв'язку з цим слід розпочинати запалювання суміші раніше від досягнення поршнем ВМТ (верхньої мертвої точки) в такті стиску і залежно від швидкісного чи навантажувального режиму встановлювати оптимальний момент запалювання з тим, щоб досягти максимальної потужності. Кут між положенням кривошипа (корби) колінчастого вала в момент іскроутворення і ВМТ називають кутом випередження запалювання. У разі, коли цей кут більший від оптимального (раннє запалювання), на поршень до його приходу у ВМТ діє тиск газів, що призводить до втрати потужності, перегрівання двигуна, зниження його економічності та виникнення детонації у вигляді механічних стуків.

У разі пізнього запалювання робоча суміш активно згоряє в такті розширення і догоряє в процесі випуску, що, крім втрати потужності й економічності та перегрівання, двигуна зумовлює підвищення токсичності відпрацьованих газів.

Зі збільшенням частоти обертання колінчастий вал за час горіння робочої суміші проходить більший кут, що потребує автоматичного збільшення кута випередження запалювання, для чого на переривниках встановлюють **відцентровий регулятор**.

Зі зменшенням навантаження і за сталої частоти обертання колінчастого вала дросельна заслінка прикривається, чим погіршується наповнення циліндра свіжою сумішшю. Отже, процес її горіння подовжується, що також потребує збільшення кута випередження запалювання. Автоматичне регулювання залежно від навантаження на двигун відбувається за рахунок **вакуумного регулятора**.

Крім згаданих автоматичних регуляторів у системі запалювання встановлюють **октан-коректор**, за допомогою якого змінюють кут випередження запалювання залежно від октанового числа палива.

За конструкцією системи запалювання класифікують так (див. схему 4.3.1).

Найпростіша контактна (класична) батарейна система запалювання (КСЗ) – це система з безперервним накопиченням енергії в котушці індуктивності, в якій керування і комутація струму здійснюється механічним контактним переривником.

Складнішими є контактно-транзисторна (КТСЗ) та безконтактно-транзисторна системи запалювання (БТСЗ). Остання відрізняється від КТСЗ тим, що замість контактів тут використовують датчики імпульсів – найчастіше магнітоелектричні індукційні та датчики Холла.

Застосовують також тиристорні системи запалювання – з накопиченням енергії в конденсаторі.

При цьому комутатором струму в первинному колі є тиристор, спосіб накопичення енергії – безперервний або імпульсний, режим іскроутворення – одноразовий або багаторазовий, спосіб керування – контактний або безконтактний.

Загальна будова і принцип дії батарейної системи запалювання

Джерелом високої напруги різних систем запалювання є індукційна котушка, яка перетворює струм низької напруги від акумулятора чи генератора на струм високої (12 і більше кіловольт).

До електричної мережі класичної системи запалювання (рис. 4.3.2) входять: джерело живлення – з'єднані паралельно генератор 6 і акумуляторна батарея 5; котушка запалювання 8 з первинною і вторинною обмотками; конденсатор 9; переривник-розподільник 2 з кулачком 3 і контактами 4; свічки запалювання і проводи високої напруги.

Після вмикання вимикача запалювання 7 за замкнених контактів 4 переривника-розподільника 2 струм низької напруги від "+" акумуляторної батареї проходить у первинній обмотці котушки запалювання і через замкнені контакти на "масу" двигуна та "-" батареї. При цьому навколо витків первинної обмотки створюється електромагнітне поле, яке за своїм значенням наростає впродовж 0,02 с і досягає максимального значення, коли сила струму збільшиться до 3,0 – 3,5 А. Таке змінне магнітне поле у первинній обмотці індукуює у вторинній ЕРС взаємоіндукції близько 2 кВ.

У момент розмикання контактів переривника струм у первинній обмотці швидко зникає, отже, зникає і магнітний потік, який, перетинаючи витки вторинної й первинної обмоток, індукуює в них ЕРС відповідно високої напруги (16 – 26 кВ), а також самоіндукції (200 – 300 В) такого самого напрямку, що й перерваний струм. Остання затримує його зникнення і призводить до виникнення іскріння та підгоряння контактів. Щоб уникнути цього явища, паралельно контактам вмикають конденсатор 9.

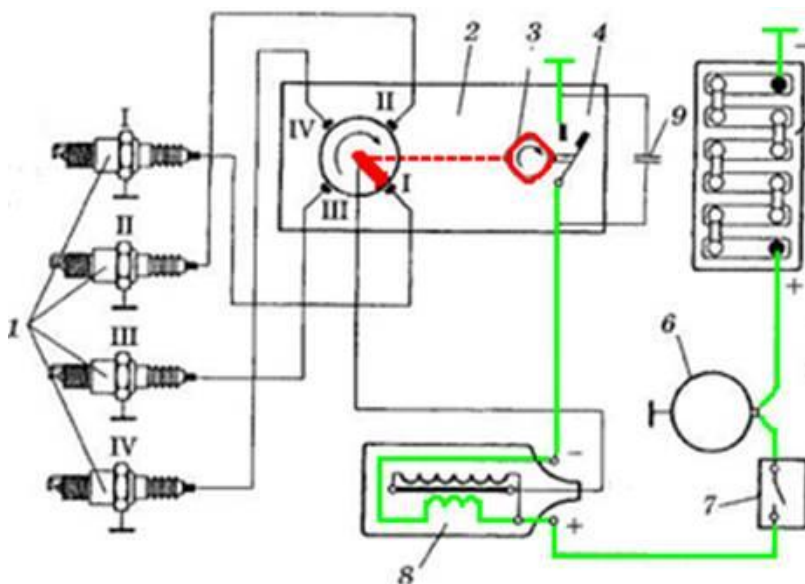


Рис. 4.3.2. Контактна система запалювання (КСЗ) з триклемию котушкою

1 – свічки запалювання; 2 – переривник-розподільник; 3 – кулачок з виступами; 4 – контакти; 5 – акумуляторна батарея; 6 – генератор; 7 – вимикач запалювання; 8 – котушка запалювання; 9 – конденсатор

Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала та кількості циліндрів контакти переривника перебувають у замкнутому стані менший час, а тому струм у первинній обмотці котушки запалювання не досягає свого максимального значення і вторинна напруга зменшується (рис. 4.3.3).

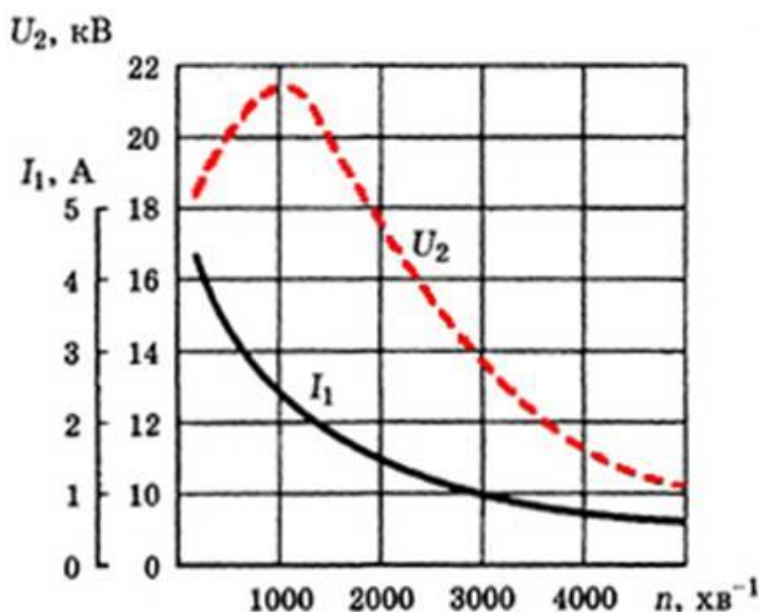


Рис. 4.3.3. Залежність сили струму в первинній обмотці котушки запалювання I_1 і вторинної напруги U_2 від частоти обертання колінчастого вала двигуна n

Аналогічний негативний вплив має збільшення зазору між контактами переривника. Водночас за малого зазору і низької частоти обертання цей проміжок пробиває струм ЕРС самоіндукції, відбувається іскріння в контактах переривника, струм різко не зникає і, як наслідок, напруга у вторинній обмотці зменшується. З цих причин оптимальний зазор між контактами переривника, за якого індукується максимальна вторинна напруга в котушці запалювання, встановлюють у межах 0,35 – 0,45 мм.

Як зазначалось вище, струм самоіндукції, що виникає в первинній обмотці котушки запалювання у разі розмикання контактів, має негативний вплив, оскільки він зберігає напрям перерваного струму, спричинює іскріння та обгоряння контактів переривника.

Для усунення цього явища паралельно контактам під'єднується конденсатор, який у разі розмикання контактів заряджається і запобігає певною мірою їх обгорянню. За чергового замикання контактів конденсатор розряджається через первинну обмотку, створюючи при цьому імпульс струму зворотного напрямку і підсилюючи зростання вторинної напруги. Оскільки кожна система запалювання має власні параметри, для неї підбирають свій конденсатор первинного кола, ємність якого перебуває в межах 0,17 – 0,35 мкФ. Відхилення від цього показника в різних автомобілях різне.

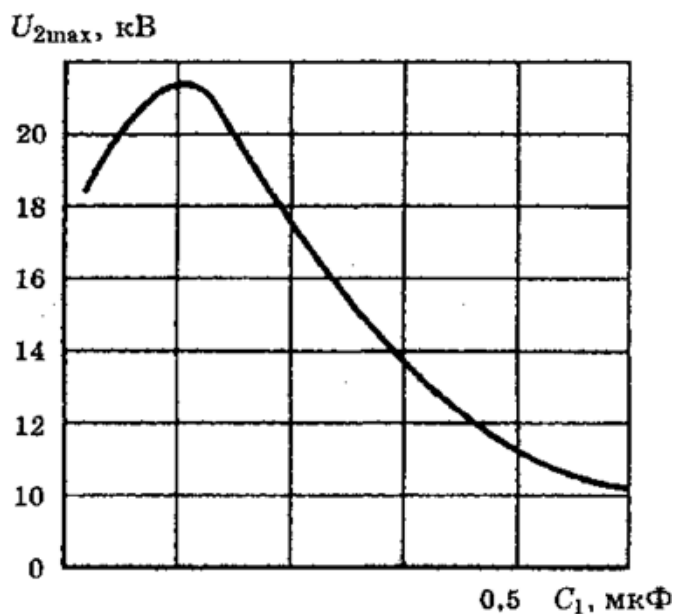


Рис. 4.3.4. Залежність вторинної напруги U_{2max} від ємності первинного кола C_1

Ємність вторинного кола C_2 складається з ємності котушки запалювання та іскрової свічки запалювання, а також залежить від довжини і розміщення високовольтних проводів, їх екранування для усунення радіоперешкод. Збільшення цієї ємності, в свою чергу, зменшує напругу у вторинній обмотці. Негативний вплив має також утворення нагару на електродах чи ізоляторі свічки, який шунтує іскровий проміжок і зменшує енергію вторинної напруги.

Конструкція і принцип роботи котушки запалювання, додаткового опору

Нині застосовують два види котушок запалювання – з розімкненим і замкненим магнітопроводом, які виготовляють за трансформаторною і автотрансформаторною схемами з'єднання обмоток.

Триклемна котушка запалювання з розімкненим магнітопроводом (рис. 4.3.5) – це трансформатор, що має вторинну обмотку, виготовлену з тонкого дроту діаметром 0,07 – 0,09 мм, намотаного на осердя, яке являє собою пакет ізольованих одна від одної пластин з електротехнічної сталі; кількість витків становить 17 – 26 тисяч. Первинна обмотка котушки запалювання виготовлена з товстого дроту (діаметром 0,7 – 0,8 мм), яка намотана зверху на вторинну, що більше сприяє відведенню від неї теплоти, і має невелику кількість (270 – 300) витків. Вторинна обмотка одним кінцем з'єднана з виводом 8, а другим – з первинною обмоткою, тобто виконана за автотрансформаторною схемою. Коефіцієнт трансформації котушки запалювання становить $K_T = 56 – 230$.

Простір між обмотками і корпусом заповнюють ізолювальним наповнювачем – рубраксом або трансформаторною оливою. Наповнені маслом котушки надійніші в експлуатації, однак вони більші за розміром і масою порівняно з котушками із сухою ізоляцією, а на їх виготовлення

витрачається більше міди. Фарфоровий ізолятор 1 і карболітова накривка 9 запобігають можливості пробою між осердям 14 і корпусом котушки 2.

Особливою вимогою до двигунів є надійний їх пуск за різних кліматичних умов. Для підвищення такої надійності використовують котушки запалювання з чотирма клемами (три низької і одна високої напруги). За такої конструкції ввімкнення первинної обмотки в мережу відбувається від вимикача запалювання через додатковий опір (варіатор), який приєднаний до клем ВК і ВКБ.

У момент пуску двигуна струм від вимикача стартера подається до клем ВК і на первинну обмотку котушки запалювання. **Додатковий опір (варіатор)** при цьому вмикають, і живлення первинної обмотки відбувається більшим струмом, який створює вищу вторинну напругу. Однак у цьому режимі котушка має працювати впродовж короткого періоду, оскільки вона може "згоріти". Після пуску двигуна стартер вимикається, клем ВК від'єднується від джерела струму і тепер струм від вимикача запалювання подається на клему ВКБ і через варіатор надходить у первинну обмотку, зменшуючись на величину спаду напруги на опорі.

Опір варіатора до того ж залежить від нагрівання його проводу. На малих обертах, коли контакти переривника перебувають триваліший час у замкненому стані, струм проходить через варіатор довше, нагріває провід більше, його опір збільшується до 4,8 Ом і струм у первинному колі зменшується. Зі збільшенням обертів, навпаки, провід нагрівається менше, його опір зменшується (до 1,25 Ом), а струм у первинному колі зростає.

Опір варіатора

Котушка запалювання в процесі роботи нагрівається, зокрема, її нагрівання до 80 °С знижує вторинну напругу приблизно на 1,5 кВ, тому котушки запалювання конструктивно встановлюють після вентилятора для охолодження примусовим напором повітря.

На деяких марках автомобілів застосовують котушки запалювання з твердою ізоляцією і замкнутим магнітопроводом, які встановлюють в електронних системах запалювання. Така конструкція стала можливою завдяки розробці спеціальних композиційних епоксидних мас, здатних забезпечити високі вимоги до ізоляції та важких експлуатаційних умов. Використання замкнутого магнітопроводу дає змогу зменшити кількість міди для обмоток, а також габарити і масу котушки.

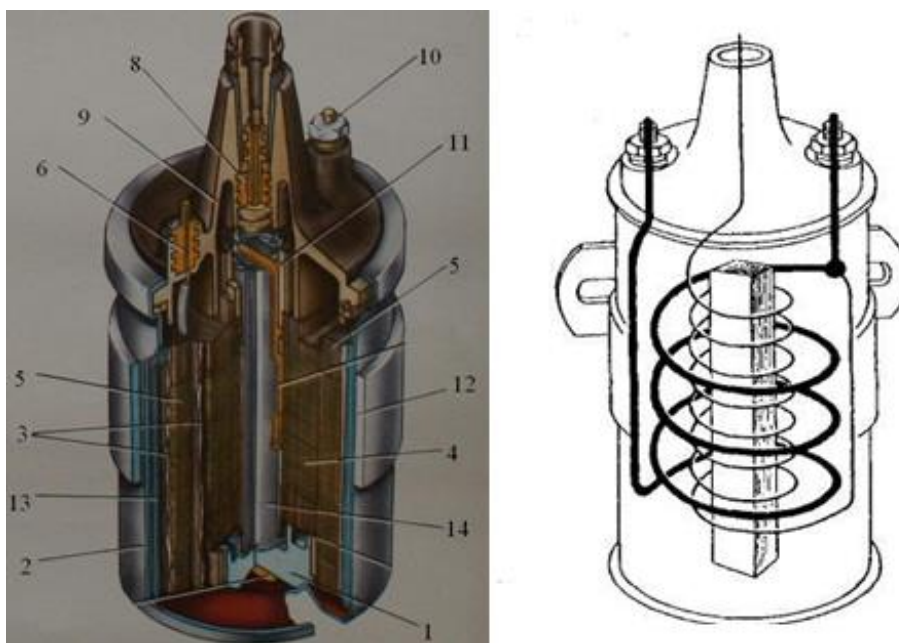


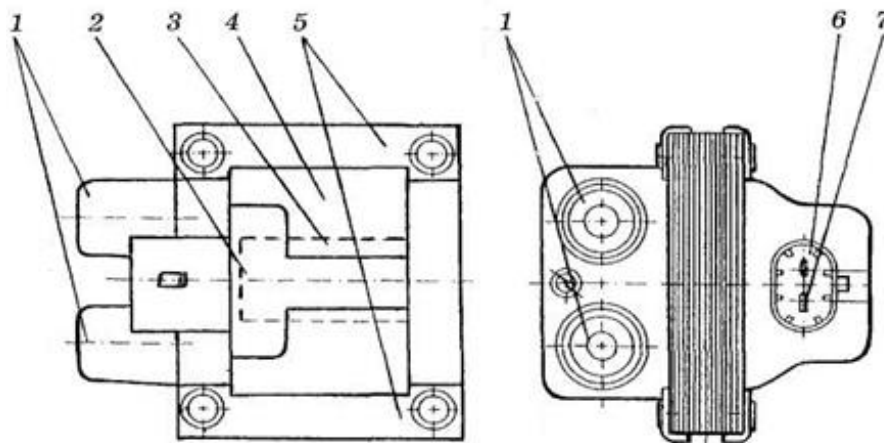
Рис. 4.3.5. Будова триклемної котушки запалювання:

1 – ізолятор; 2 – корпус; 3 – ізоляційний папір обмоток; 4 – первинна обмотка; 5 – вторинна обмотка; 6 – клемма виводу первинної обмотки; 7 – контактний гвинт; 8 – центральна клемма для проводу високої напруги; 9 – накривка; 10 – клемма для підведення живлення (позначення "+Б", "Б", "+", "15"); 11 – контактна пружина; 12 – скоба кріплення; 13 – зовнішній магнітопровід; 14 – осердя

Котушка запалювання

Двополюсну котушку з твердою ізоляцією (3012.3705) нині встановлюють на автомобілі ГАЗ з двигунами ЗМЗ-406. На рис. 4.3.6 наведено схему котушки із замкненим магнітопроводом та двома виводами, яку встановлюють на автомобілі "Фіат" польського виробництва.

Існують чотири вивідні котушки, де первинна обмотка розділена на дві частини, які працюють по чергові. Це забезпечує можливість у системах з низьковольтним розподілом енергії обслуговувати однією котушкою відразу чотири циліндри. У котушку вставлено високовольтні розподільні діоди.



Котушка запалювання із замкненим магнітопроводом і твердою ізоляцією:

1 – виводи високої напруги; 2 – повітряний зазор; 3 – середній стрижень осердя (штрихова лінія); 4 – обмотки; 5 – бічні стрижні осердя; 6 – рознімання для підведення низької напруги; 7 – стрижень магнітопроводу

Характеристику окремих котушок запалювання наведено в табл
Таблиця

Характеристика окремих котушок запалювання

Марка котушки	Опір первинної обмотки, Ом	Опір вторинної обмотки, Ом	Коефіцієнт трансформації	Додатковий резистор
Б 114	0,37 – 0,41	21,5 – 23,0	227	С9107
Б 115	1,86 – 2,0	8,3 – 9,2	68	Б115
Б 116	0,78 – 0,79	15,6	153	С9107
Б 117	3,1 – 3,3	6,3 – 9,2	78,5	–
Б 118	0,72 – 0,73	15	115	С3325
27. 3705	0,4 – 0,5	4,5 – 5,5	82	–
29. 3705	0,45 – 0,55	11	90	–
30. 3705	0,4 – 0,55	6,3 – 6,4	70	–

Головний недолік КСЗ – великий струм (до 5 А), що проходить через контакти переривника і спричинює їх електроерозійне спрацювання. Кардинальний спосіб зменшити іскріння цих контактів і подовжити термін їх експлуатації – це зменшити силу струму, який через них проходить. Однак у цьому разі зменшиться струм у первинній обмотці котушки, що є небажаним явищем.

Конструкція і принцип роботи переривника-розподільника

Переривник-розподільник містить переривник струму низької напруги, розподільник струму високої напруги, відцентровий та вакуумний автоматичні регулятори кута випередження запалювання і октан-коректор (у деяких переривниках встановлюють один регулятор – відцентровий або вакуумний). У більшості як контактних, так і контактно-транзисторних систем запалювання переривники-розподільники за своєю конструкцією принципово не відрізняються. Всі механізми переривника-розподільника

змонтовано в корпусі 13 (рис. 4.3.7 а) і він урухомлюється в дію від шестерні розподільного вала.

Робочими частинами переривника є вольфрамові контакти: нерухомий 18 (див. рис. 4.3.7 а), з'єднаний з корпусом ("масою"), і рухомий 17, ізольований від корпусу, та кулачка 12. Контакти змонтовано на рухомому диску 10, який у свою чергу встановлено на вальниці в нерухомому диску, що прикріплений двома гвинтами до корпусу. Пластина стояка нерухомого контакту і рухомий контакт з текстолітовою опорою встановлені на спільній осі 13. Регулюючи зазор між контактами, попередньо послаблюють стопорний гвинт 16 і ексцентриком 11 повертають на осі пластину нерухомого контакту.

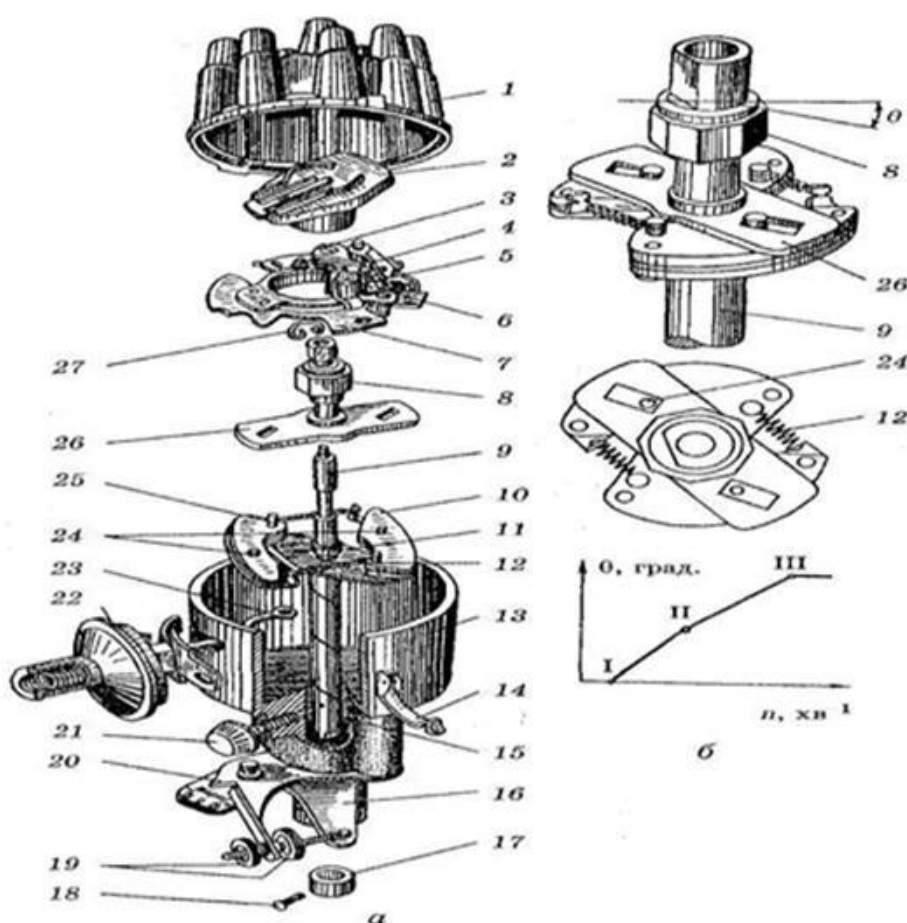


Рис. 4.3.7. Переривник-розподільник Р13-Д:

а – в розібраному вигляді; б – графік роботи відцентрового регулятора; 1 – накривка; 2 – ротор; 3 – пластина нерухомого контакту; 4 – важіль нерухомого контакту; 5 – контакти; 6 – фільць з маслом; 7 – нерухомий диск; 8 – кулачок; 9 – валик; 10 – тягарець; 11 – пластина тягарців; 12 – пружина; 13 – корпус; 14 – заскочка; 15 – вальниця; 16 – нижня пластина октан-коректора; 17 – втулка; 18 – штифт; 19 – гайка октан-коректора; 20 – верхня пластина октан-коректора; 21 – маслянка; 22 – вакуумний регулятор; 23 –

тяга; 24 – штифти; 25 – вісь тягарців; 26 – пластина; 27 – стопорне кільце; I, II і III – ступені вступу в дію пружини відцентрового регулятора

Переривник-розподільник

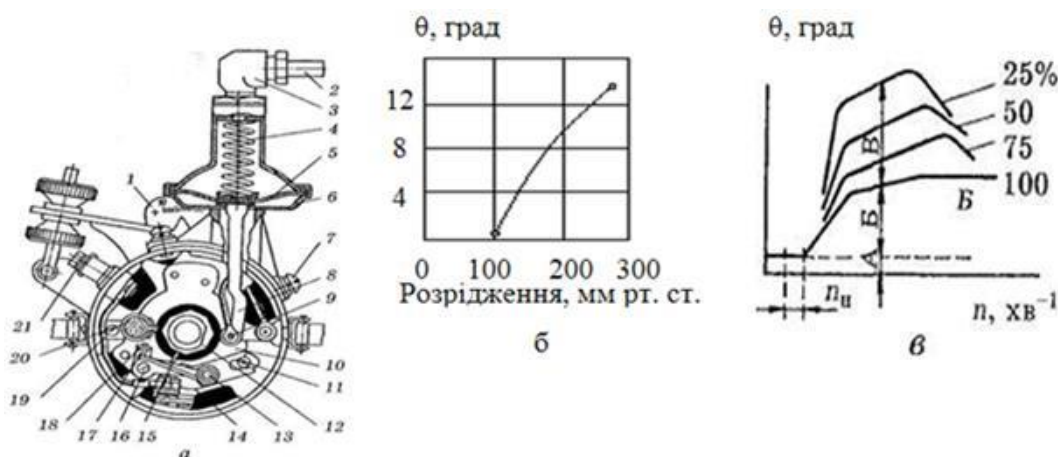


Рис. 4.3.8. Переривник і вакуумний регулятор випередження запалювання:

а – конструкція; б – графік роботи вакуумного регулятора; в – графіки спільної роботи відцентрового і вакуумного регуляторів випередження запалювання; 1 – нижня пластина октан-коректора; 2 – трубка; 3 – штуцер; 4 – пружина; 5 – діафрагма; 6 – корпус вакуумного регулятора; 7 – гвинт; 8 – тяга; 9 – штифт; 10 – рухомий диск; 11 – ексцентрик; 12 – кулачок; 13 – вісь; 14 – пластина нерухомого контакту; 15 – важіль переривника; 16 – стопорний гвинт; 17 – рухомий контакт; 18 – нерухомий контакт; 19 – провід; 20 – фільц кулачка; 21 – зажим проводу низької напруги; А – початковий кут випередження запалювання; Б – характеристика роботи відцентрового регулятора; В – характеристика спільної роботи вакуумного і відцентрового регуляторів за різних навантажень двигуна; n_n – зона частоти обертання до вступу в дію відцентрового регулятора

Рухомий контакт притискається до нерухомого пластинчастою пружиною 14, яка одним кінцем приклепана до важеля контакту, а другим прикріплена до кронштейна через ізолювальні деталі. Струм низької напруги підведений до рухомого контакту через клему 21 на корпусі переривника, ізолюваний провід 19 і пружину, яка притискає рухомий контакт до кулачка. Коли виступ кулачка набігає на текстолітову колодку, важіль повертається на осі і розмикає контакти. Кількість виступів кулачка дорівнює кількості циліндрів двигуна. Отже, за один оберт валика переривника відбувається розмикання кола низької напруги відповідно до кількості циліндрів, звідки випливає, що він має обертатися двічі повільніше від колінчастого вала двигуна, що забезпечується відповідним передавальним механізмом.

Відцентровий регулятор автоматично змінює кут випередження запалювання залежно від частоти обертання колінчастого вала двигуна. На

привідному валику 9 (див. рис. 4.3.7, а), який обертається у двох бронзографітових втулках, закріплена пластина 11 з осями 25 для тягарців 10. Кожний з двох тягарців установлений одним кінцем на осі, а другим – пружиною 12 підтягується до валика. На штифти 24 тягарців посаджена своїми прорізами ведена пластина 26 кулачка 8. Втулка кулачка вільно сидить на верхньому кінці привідного валика 9 і від осевого переміщення утримується стопорним кільцем 27.

Відцентровий регулятор

Робота відцентрового регулятора

Таким чином, жорсткого з'єднання між привідним валиком урухомника та кулачком немає і кулачок має можливість повертатися відносно валика. Рухомий і нерухомий диски переривника з'єднані між собою гнучким неізолюваним проводом, щоб зменшити опір струму низької напруги і запобігти електричній корозії у їхньому підшипнику.

Зі збільшенням частоти обертання валика тягарці під дією відцентрової сили розходяться, долаючи опір пружин, і своїми штифтами косими прорізами повертають пластину 26 з кулачком у напрямку його обертання. Контакти розмикаються раніше і кут випередження запалювання збільшується.

Пружини тягарців різняться між собою кількістю витків, діаметром дроту та довжиною. Одна з них має більшу пружність і її встановлюють з деяким натягом, що не дає змоги тягарцям розходитися за малої частоти обертання колінчастого вала двигуна. Друга пружина жорсткіша і встановлюється з невеликим люфтом.

Отже, відцентровий регулятор вступає в дію, коли відцентрова сила починає розтягувати менш жорстку пружину. При цьому забезпечується значне зростання кута випередження запалювання. Надалі вступає в роботу друга, жорсткіша пружина і зміна кута випередження запалювання сповільнюється. Зі зменшенням частоти обертання відцентрова сила зменшується, пружини притягують тягарці до валика і повертають кулачок, а з ним і кут випередження запалювання до попередньої величини.

Момент вступу в дію відцентрового регулятора залежить від технічних даних переривника-розподільника. Так, у переривнику Р4-Д (двигун ЗІЛ-130) він починає змінювати кут випередження запалювання за частоти обертання валика 800 хв^{-1} на $6 \pm 3^\circ$, а за 2800 хв^{-1} збільшує кут випередження до $35 \pm 3^\circ$.

Вакуумний регулятор випередження запалювання закріплюють на корпусі переривника гвинтами 7 (див. рис. 4.3.8 а). Він являє собою камеру, розділену діафрагмою 5, яка з тягою 8 з'єднана з рухомим диском 10. З іншого боку на діафрагму тисне пружина 4. Камера з пружиною герметична і штуцером 3 та металевою трубкою 2 з'єднана зі змішувальною камерою карбюратора над його дросельною заслінкою. Таким чином, з одного боку діафрагми в камеру підводиться вакуум, а з другого – атмосферний тиск.

Під час роботи двигуна у впускному колекторі завжди виникає розрідження, величина якого залежить переважно від положення дросельної заслінки без урахування опору інших елементів всмоктувального шляху – повітряного фільтра, перерізу, конфігурації і довжини каналів впуску тощо.

Після пуску двигуна і на холостому ході, коли в змішувальній камері карбюратора розрідження невелике, пружина 4 з діафрагмою вакуумного регулятора відтиснуті в бік корпусу переривника і рухомий диск з контактами максимально повернутий за ходом обертання кулачка, що забезпечує пізніє запалювання.

У разі незначного відкриття дросельної заслінки (малі навантаження на двигун) розрідження в змішувальній камері, а відповідно, у з'єднаній з нею камері вакуумного регулятора, збільшується. Пружина з діафрагмою під дією атмосферного тиску стискається і через тягу повертає рухомий диск проти напрямку обертання кулачка. Розмикання контактів відбувається раніше, і кут випередження запалювання збільшується.

У разі подальшого збільшення навантаження на двигун і відкриття дросельної заслінки розрідження в змішувальній камері й корпусі вакуумного регулятора зменшується. Пружина 4 регулятора переміщує діафрагму і з'єднаний з нею диск переривника у напрямку обертання кулачка, автоматично зменшуючи кут випередження запалювання. Вакуумний регулятор збільшує кут випередження запалювання до 10 – 13°.

Зазвичай, автоматичні відцентровий і вакуумний регулятори застосовують разом. Проте в окремих переривниках, зокрема автомобілів ВАЗ (крім ВАЗ-2105 і ВАЗ-2107), вакуумний регулятор не встановлювали, а використовували лише один відцентровий автомат.

Інколи застосовують тільки вакуумні регулятори (рис. 4.3.9), які водночас виконують функції й відцентрових. Це забезпечується тим, що другим місцем забору вакууму є з'єднання в дифузорі карбюратора, де величина вакууму залежить від маси повітря, що засмоктується двигуном, тобто від частоти обертання колінчастого вала.

Октан-коректор дає змогу вручну змінювати кут випередження запалювання залежно від октанового числа бензину. Верхня частина 20 цього пристрою (див. рис. 4.3.7 а) з'єднана з корпусом 13 переривника, нижня 16 – з корпусом приводу урухомника або з корпусом двигуна.

Октан-коректор

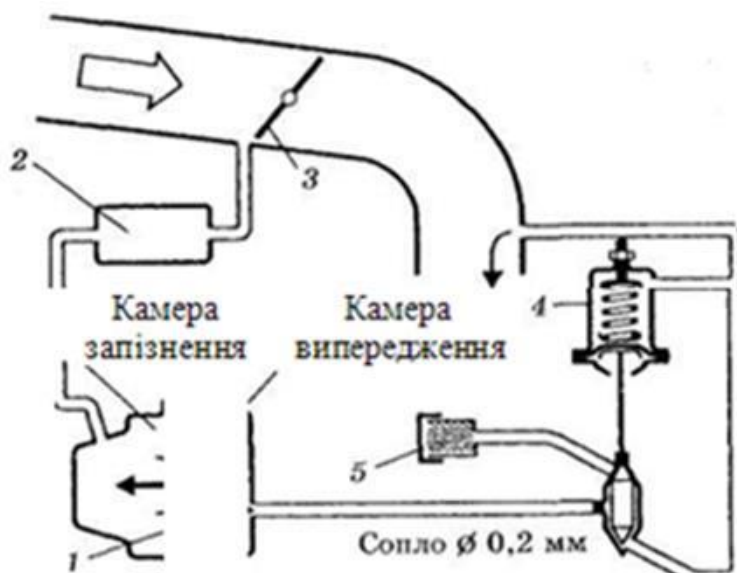


Рис. 4.3.9. Схема вакуумного регулятора випередження і запізнення запалювання:

1 – вакуумний регулятор запалювання; 2 – демпфер; 3 – дросельна заслінка; 4 – пневморозподільник; 5 – пилочисник

Верхня й нижня пластини з'єднані між собою за допомогою тяги і регулювальних гайок 19. Нижня пластина має позначки "+10" і "-10" та поділи і під час обертання регулювальних гайок в той чи інший бік можна повернути корпус переривника на фіксовану величину відносно кута повороту колінчастого вала і скоригувати заздалегідь установлений кут випередження запалювання на час використання бензину з цим октановим числом. Можливі й інші конструкції октан-коректорів.

Розподільник струму високої напруги містить ротор 2 (див. рис. 4.3.7 а) з пластиною, що розносить струм по роздавальних клеммах, який установлюють на верхню частину втулки кулачка, та пластмасову накривку з центральною і роздавальними (за кількістю циліндрів двигуна) клеммами. Ротор може бути встановлений на втулку кулачка лише в одному положенні завдяки наявності в різних їх конструкціях лисок, шпонок, виступів тощо. Накривка розподільника кріпиться на корпусі переривника пружинними скобами 14 також тільки в одному положенні. В центральний електрод накривки впирається підпружинений вугільний електрод.

Струм високої напруги від котушки запалювання подається до центрального електрода розподільника і далі через пружину та вугільний електрод до струмороздавальної пластини ротора, одну з роздавальних клем і через високовольтний провід виводиться на свічку запалювання.

Основними параметрами **проводів високої напруги** є величина пробивної напруги ізоляції та величина розподіленого за їх довжиною опору. Найбільшого поширення набули вінілхлоридні проводи червоного кольору із зовнішнім діаметром 7 – 7,4 мм, які мають питомий опір 1,8 – 2,2 кОм/м і пробивну напругу ізоляції 18 кВ.

Запровадження систем запалювання високої енергії зумовило необхідність застосування проводів з підвищеною пробивною напругою (рис. 4.3.9), як результат були розроблені проводи із силіконовою ізоляцією (синього кольору). Такі проводи мають розподілений опір 2,28 – 2,82 кОм/м і пробивну напругу близько 30 кВ

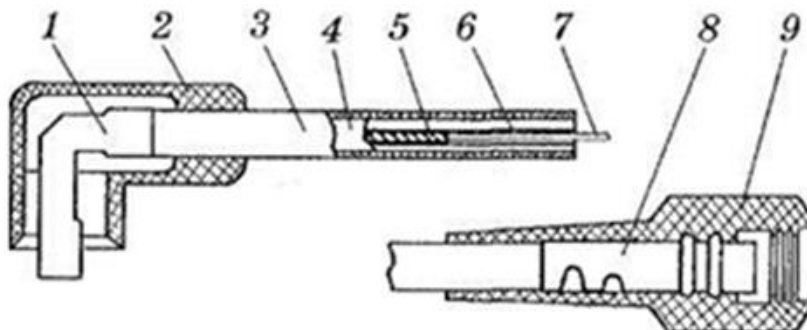


Рис. 4.3.10. Провід високої напруги ПВППВ-40:

1 – наконечник проводу; 2 – гумовий чохол з боку котушки запалювання; 3 – захисна оболонка; 4 – ізолювальна оболонка; 5 – струмопровідна обмотка; 6 – внутрішня оболонка; 7 – серцевина; 8 – наконечник проводу; 9 – гумовий чохол з боку свічки запалювання

Конструкція проводів високої напруги, що випускаються закордонними фірмами, відрізняється від вітчизняних тим, що струмопровідна їх частина не має металевого провідника, а являє собою скловолокнистий шнур, насичений струмопровідним порошком (графітом) і загорнутий у пластмасову еластичну оболонку. Розподілений опір таких проводів становить 9 – 25 кОм/м, а пробивна напруга – понад 30 кВ.

Під час підбирання проводів слід враховувати, що збільшення розподіленого опору призводить до скорочення тривалості іскрового розряду на 15 – 20 %, а збільшення опору в колі розрядження знижує енергію імпульсу високої напруги на 40 – 50 %.

В електрообладнанні автомобіля через багаторазові швидкі розмикання й замикання, а також проскакування іскор виникають електромагнітні коливання. Ці коливання випромінюються у простір безпосередньо джерелом іскріння або поширюються у вигляді хвиль вздовж проводів, як через передавальні антени, і мають широкий діапазон частот. Вони створюють радіоперешкоди на довгих, середніх, коротких і ультракоротких хвилях.

Для надійного контакту в місцях з'єднання проводів високої напруги з котушкою запалювання, розподільником і свічками запалювання на обидва кінці кожного проводу надівають контактні латунні або сталеві наконечники 1 (див. рис. 4.3.10), згорнуті у вигляді трубки. Розрізана форма наконечника надає йому пружності і зручна для фіксації у виводах котушки та розподільника. Наконечники на свічках, як правило, мають пружинні фіксатори, гумові, пластмасові або керамічні чохла 2, 9.

Найнадійнішим способом усунення радіоперешкод є екранування всіх джерел електромагнітних коливань металевими екранами та спеціальними

деталлями, виготовленими зі сталевго листа. Так, на автомобілі ГАЗ-66 екранують високовольтні проводи, розподільник, котушку і свічки запалювання. Однак це не тільки збільшує вартість виготовлення, а й зменшує вторинну напругу внаслідок збільшення ємності вторинного кола. Тому застосовують дешевший, але досить ефективний спосіб зниження радіоперешкод – встановлення додаткових резисторів у місцях високовольтних з'єднань.

З цією самою метою в деяких переривниках-розподільниках між центральним і зовнішнім контактами ротора також встановлюють резистор (5 – кОм). Максимальний зазор між зовнішнім контактом ротора і бічними електродами кришки не має перевищувати 0,9 мм.

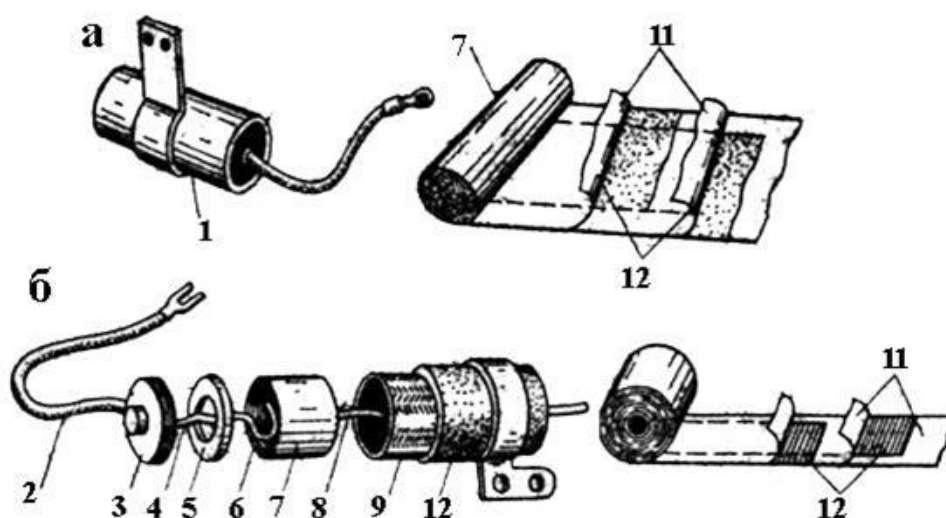


Рис. 4.3.11. Конденсатор

а – великогабаритний; б – малогабаритний; 1 і 10 – корпус; 2, 4 і 8 – провідники; 3 – текстолітова шайба; 5 – пластмасова шайба; 6 – торець рулона; 7 – рулон; 9 – паперовий циліндр; 11 – конденсаторний папір; 12 – обкладинка

Конденсатор (рис. 4.3.11) складається з двох алюмінієвих стрічок, ізолюваних одна від одної спеціальним папером. Згорнута в рулон стрічка розміщена в корпусі. Торцева частина однієї обкладинки з'єднана з корпусом, а на торець другої накладена контактна шайба з провідником (виводом). Внутрішня порожнина залита бітуом, а торець корпусу завалькований.

У малогабаритних конденсаторах на стрічку спеціального паперу наносять тонкий шар олова, а поверх нього шар цинку. Стрічку згортають у рулон, просочують церезином і вміщують у герметизований корпус. Конденсатори з металізованим папером мають властивість самовідновлюватися. У випадку його пробивання під дією іскри випаровується тонкий шар метану, а отвір, що, утворився, заповнюється оливою.

Замикання усувається і конденсатор продовжує працювати. У системах запалювання застосовують конденсатори ємністю 0,17 – 0,35 мкФ.

Свічки запалювання, їх конструкція, маркування

На карбюраторних і газових двигунах застосовують нерозбірні іскрові свічки запалювання, будову яких зображено на рис. 4.3.7. Вони складаються із керамічного ізолятора 3, всередині якого розміщені контактний стрижень 2 та центральний електрод 8, і корпусу 4 з бічним електродом 9.

Свіча СН307

Будова свічок запалювання

Ізолятор виготовляють з ураліту, боркорунду, хілуміну, сіноксалу та інших матеріалів, що мають високу електричну та механічну міцність за високих температур.

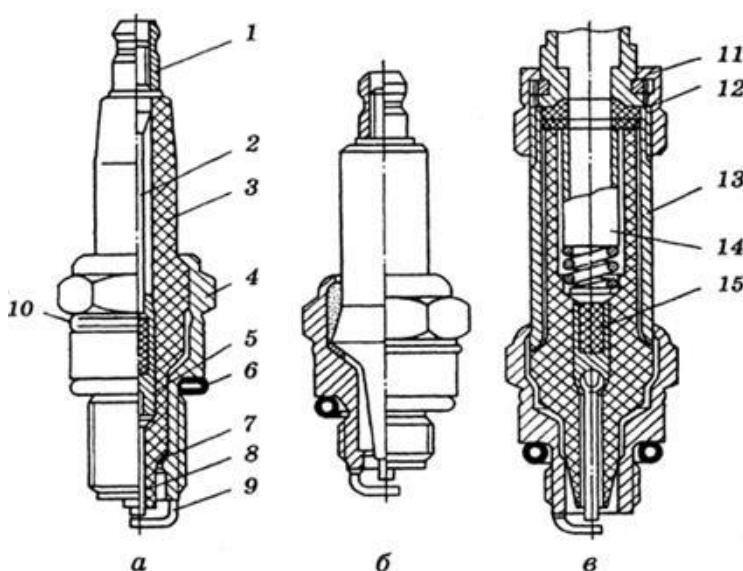


Рис. 4.3.12. Іскрові свічки запалювання

а і б – неекрановані відповідно з сіноксалевим та уралітовим ізоляторами; в – екранована; 1 – контактна головка; 2 – контактний стрижень; 3 – ізолятор; 4 – корпус; 5 – струмопровідний склогерметик; 6 – зацілювальна шайба; 7 – шайба для відведення теплот; 8 – центральний електрод; 9 – бічний електрод; 10 – термопосадковий пояс; 11 – гайка; 12 – зацілювальне кільце; 13 – екран; 14 – контактний пристрій; 15 – резистор зменшення радіоперешкод

Познайомитись з роботою системи запалювання можна на відео

Система запалювання

Центральний електрод і контактний стрижень герметизовані в ізоляторі струмопровідним склогерметиком 5. Між ізолятором і корпусом свічки

встановлюють шайбу 7 для відведення теплоти, а часом – порошкоподібний герметик. Защільнювальна прокладка 6 забезпечує герметизацію циліндра. Центральний електрод виготовляють із хромотитанової сталі, а бічний – з нікелеманганової, контактний стрижень – з м'якої сталі.

На двигунах з екранованою системою запалювання застосовують нерозбірні екрановані свічки (див. рис. 4.3.12, в) типу СН443 з вмонтованим резистором 15 для погашення радіоперешкод. Защільнювальне кільце 12 забезпечує герметичність внутрішньої частини екрана.



Умови роботи свічки запалювання досить напружені, отже, вона має витримувати високі теплові, механічні, електричні та хімічні навантаження. На працюючому двигуні свічка має контакт з продуктами горіння за температури до 2700 °С і тиску до 5 – 6 МПа (50-60 кгс/м²). У камері згоряння температура газового середовища коливається від 70 до 2000 – 2700 °С, а повітря, що оточує ізолятор, може мати температуру від -50° до +100 °С.

Нормальна робота свічки відбувається за температури теплового конуса ізолятора 400 – 900 °С, який називають тепловим діапазоном свічки. Саме в цьому діапазоні температур (400 – 500 °С) відбувається згоряння нагару і самоочищення корпусу свічки.

За температури нижньої частини ізолятора менш як 400 °С, навіть за нормального складу робочої суміші, оптимального рівня масла в картері двигуна та задовільного стану поршневої групи, на нижній частині ізолятора можливе відкладання нагару, який шунтує вторинну обмотку котушки запалювання, а отже, спричинює перебої в роботі двигуна. За температури нижньої частини ізолятора понад 900 °С відбувається передчасне запалювання робочої суміші від розжареного ізолятора до появи іскри (розжарювальне запалювання).

На температуру, до якої нагрівається ізолятор, впливає конструкція свічки (теплова характеристика, що залежить від площі нагрівання і тепловіддачі, яку називають розжарювальним числом).

Розжарювальне число – це відокремлена величина, пропорційна середньому індикаторному тиску, яку визначають на випробувальному пристрої з одноциліндровим двигуном, постійно підвищуючи теплове навантаження на свічки запалювання до моменту появи розжарювального запалювання. Умовно воно означає час у секундах, після якого на свічці виникає розжарювальне запалювання, тобто займання робочої суміші не від іскри, а від розжареного ізолятора, електродів, корпусу. Розжарювальне число вибирають з такого ряду чисел: 8; 10; 11; 13; 14; 17; 20; 23; 26.

Для двигунів, що мають високий ступінь стиску і велику частоту обертання, застосовують свічки з підвищеною тепловіддачею, які називають "холодними". Найбільш "холодні" свічки типу А23 та А26ДГ були потрібні для двигунів МеМЗ-968Н та дослідних роторних двигунів ВА3-311.

У двигунах з помірним тепловим режимом і низьким ступенем стиску встановлюють "гарячі" свічки з подовженою юбкою та широкою розточкою корпусу.

Маркування свічок запалювання означає:

- позначення нарізки на корпусі (А – нарізка М14 х 1,25; М – нарізка М18 х 1,5);
- друга літера характеризує особливості конструкції свічки: К – із конічним ущільненням без прокладки, М – малогабаритна;
- цифри означають розжарювальне число;
- літерами після цифр позначено довжину нарізної частини корпусу (Н – 11 мм; Д – 19 мм); за їх відсутності довжина нарізної частини корпусу становить 12 мм;
- позначення виступу теплового конуса ізолятора за торець корпусу – В, відсутність виступу не позначають;
- позначення герметизації з'єднання ізолятор – центральний електрод термоцементом – Т. Герметизацію іншим герметиком не позначають.

Число за рискою після позначення означає порядковий номер конструкційної розробки.

Наприклад, свічка запалювання з позначенням на ізоляторі А17ДВ має нарізку на корпусі М14х1,25, розжарювальне число 17, нарізну частину завдовжки 19 мм, має виступ теплового конуса ізолятора за торець корпусу і герметизована у з'єднанні ізолятор – центральний електрод герметиком, але не термоцементом.

Подібні позначення мають свічки фірми "Bosch". Перша латинська літера W відповідає українській А, буква D – М, далі може бути літера, що означає виконання свічки (R – з вмонтованим резистором), потім число, яке характеризує її теплові характеристики (що воно менше, то менше розжарювальне число). Далі позначають довжину нарізки (D

відповідає 19 мм) і в кінці позначення літерами – кількість бічних електродів, якщо їх більше двох (D – два, T – три, Q – чотири, а також матеріал, з якого виготовляють центральний електрод: P – platinum, платина; S – silver, срібло; C – currem, мідь).

Для контактної системи запалювання рекомендують, щоб зазор між електродами свічки становив 0,6 – 0,75 мм, а для систем з високою енергією вторинної обмотки – 0,7 – 1,0 мм.

Оптимальні умови експлуатації свічок запалювання можуть бути порушені:

- неправильним регулюванням зазору в контактах переривника, неточним моментом запалювання, несправністю автоматів випередження;
- виходом з ладу конденсатора, котушки запалювання, проводів,
- накривки та ротора переривника-розподільника;
- зміною зазорів між електродами свічки;
- несправностями системи живлення, надмірним збідненням або збагаченням робочої суміші;
- несправностями внаслідок спрацювання двигуна та тривалої експлуатації систем запалювання й живлення.

За зовнішнім оглядом технічного стану справної свічки можна визначити умови згоряння робочої суміші. Так, сухий чорний нагар на свічці свідчить про збагачену робочу суміш, несправні контакти переривника, пробій ізоляції високовольтних проводів, тривалу роботу двигуна з невеликим навантаженням, за якої свічки недостатньо прогріваються. Чорний масляний нагар означає потрапляння на свічку масла, що проникає через маслознімні ковпачки впускних клапанів у камеру згоряння, або спрацьовані поршневі кільця.

Білуватий чи світло-сірий колір теплового конуса ізолятора і значне обгоряння електродів свідчать про перегрівання свічок внаслідок неправильного встановлення моменту запалювання, низьке октанове число палива, бідний склад робочої суміші, тривалий час роботи двигуна з великою частотою обертання.

Контактно-транзисторна система запалювання двигунів ЗМЗ-511, ЗІЛ-ІЗО

У міру вдосконалення бензинових двигунів шляхом збільшення ступеня стиску, частоти обертання і кількості циліндрів, збіднення робочої суміші, підвищення вимог до довговічності контактів переривника, забезпечення надійного і безперебійного іскроутворення класична контактна система запалювання вичерпала свої можливості щодо задоволення цих вимог. Зі збільшенням частоти обертання і кількості циліндрів виникла потреба у встановленні системи запалювання з вищою енергією. Однак при цьому з'являються два протиріччя: з одного боку – це необхідність збільшення струму в первинній обмотці котушки запалювання, з іншого – потрібно його зменшити, оскільки контакти переривника інтенсивно спрацьовуються.

Система запалювання ЗІЛ

Контактно-транзисторна система запалювання (КТСЗ), що розглядається на прикладі автомобіля ГАЗ-53А (рис. 4.3.13), відрізняється від раніше розглянутої КСЗ наявністю транзисторного комутатора ТК-102, блока додаткових резисторів, котушки запалювання іншої конструкції та відсутністю конденсатора, який встановлювали на переривнику.

Котушка запалювання має підвищений коефіцієнт трансформації і зменшену індуктивність первинної обмотки ($W_1 = 180$ витків, $W_2 = 41500$ витків). Один кінець вторинної обмотки з'єднаний з корпусом котушки на "масу". Блок додаткових резисторів обмежує струм у котушці і складається з двох опорів по 0,53 Ом, розміщених окремо від котушки запалювання, один з яких під час пуску двигуна закорочується.

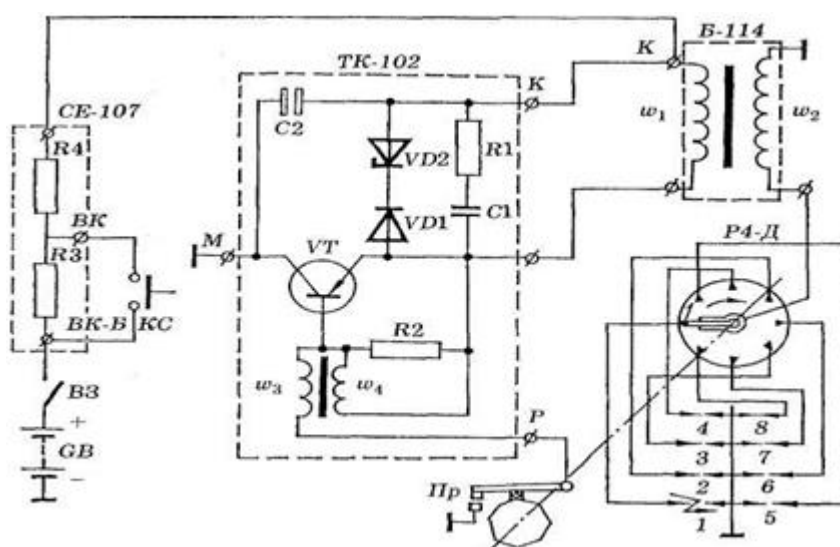


Рис. 4.3.13. Схема контактно-транзисторної системи запалювання

Транзисторний комутатор призначений для ввімкнення та вимкнення струму низької напруги в первинній обмотці котушки запалювання. Контакти переривника тепер служать для керування транзисторним комутатором (відкривання чи закривання транзистора).

Робота транзисторного комутатора

У транзисторному комутаторі встановлений потужний германієвий транзистор ГТ-701А типу р-п-р; імпульсний трансформатор, первинна обмотка w_3 якого з'єднана з базою транзистора і переривником, а вторинна w_4 зашунтована резистором R_2 і з'єднана з емітером транзистора; конденсатор C_1 (1 мкФ, 160 В) з резистором R_1 ; силіційовий стабілітрон VD_2 типу Д-817В з германієвим діодом VD_1 типу Д7Ж та електролітичний конденсатор C_2 (50 мкФ, 50 В).

Під час ввімкнення вимикача запалювання і за замкнутих контактів переривника через транзистор струм проходить двома шляхами:

– струм керування силою 0,3 – 0,9 А – від "+" акумуляторної батареї, далі через вимикач запалювання, додаткові резистори R3 і R4, первинну обмотку індукційної котушки, перехід емітер-база транзистора, первинну обмотку імпульсного трансформатора, контакти переривника і до "маси" двигуна та "-" акумуляторної батареї. Перехід емітер-база відкриває транзистор, різко зменшуючи опір колекторного переходу, і відкриває шлях для проходження основного струму через первинну обмотку котушки запалювання;

– основний струм первинної обмотки (7 – 8 А) проходить від "+" акумуляторної батареї через вимикач запалювання, додаткові резистори, первинну обмотку індукційної котушки, перехід емітер-колектор, "масу" двигуна і "-" акумуляторної батареї.

У разі розмикання контактів переривника струм у колі керування транзистором переривається, опір переходу емітер-колектор різко зростає, транзистор запирається і струм у первинній обмотці індукційної котушки зникає. Як результат цього у вторинній обмотці котушки запалювання відбуваються процеси, аналогічні процесам у контактній системі запалювання.

Імпульсний трансформатор забезпечує прискорення процесу запирання транзистора. В момент розмикання контактів переривника зникаюче магнітне поле первинної обмотки імпульсного трансформатора перетинає витки вторинної обмотки і індукує в ній електрорушійну силу зворотного напрямку. ЕРС створює на емітерному переході зворотну (від'ємну) напругу, завдяки чому транзистор швидше запирається.

Стабілітрон VD2 і діод VD1 запобігають перенапрузі і пробою транзистора струмом самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання, ЕРС якої перебуває в межах 100 – 120 В. Перехід емітер-колектор розрахований на напругу до 160 В і струм не більш як 20 А. Однак у разі випадкового її підвищення (від'єднання проводів високої напруги або несправностей реле-регулятора) відбувається пробій стабілітрона і зростання напруги припиняється, оскільки стабілітрон разом з діодом VD1 шунтують первинну обмотку. Водночас діод VD1 запобігає проходженню робочого струму низької напруги через стабілітрон в обхід первинної обмотки індукційної котушки.

Конденсатор C1 та резистор R1 також споживають енергію самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання, нагріваючись, відводять теплоту через потужні алюмінієві тепловідводи і запобігають перегріванню транзистора. Крім того, струм самоіндукції заряджає конденсатор і в ньому створюється коливальний затухаючий контур через первинну обмотку індукційної котушки, що збільшує тривалість іскрового розряду між електродами свічок.

Резистор R2 призначений для погашення енергії ЕРС самоіндукції вторинної обмотки імпульсного трансформатора.

Електролітичний конденсатор C2 під'єднаний паралельно джерелам струму і захищає транзистор від імпульсних підвищень напруги в генераторі

у разі відмикання акумуляторної батареї, обриву однієї з фаз генератора або проводу, що з'єднує "масу" генератора і реле-регулятора. Як бачимо зі схеми і принципу роботи КТСЗ, контакти переривника розвантажені від великого струму, тому термін їх служби значно більший, ніж в КСЗ. Отже, можна отримати вищу напругу на електродах свічок, збільшити між ними зазор, що дає можливість працювати на збіднених сумішах і за рахунок цього зменшити токсичність випускних газів, полегшити пуск і збільшити надійність роботи двигуна за малих і великих частот обертання.

На жаль, використання механічних контактів у КТСЗ не усуває такого недоліку, як їх спрацювання, що в процесі експлуатації призводить до зміни встановленого кута випередження запалювання та асинхронного іскроутворення. Недоліками є також обмежений швидкісний режим через вібрацію контактів і значні труднощі у поновленні складних характеристик регулювання кута випередження запалювання.

Стійку роботу двигуна забезпечує паливна система автомобіля. Навіть незначні неполадки в системі впливають на динаміку розгону, стабільність холостих обертів і витрата палива. Вироблені своєчасні діагностичні та профілактичні роботи забезпечать безперебійну роботу паливної системи.

Паливна система авто – це одна з ключових систем в автомобілі. Її несправність або неправильна робота можуть призвести до дорогих ремонтів або перевитрати палива. Схема паливної системи сучасних авто складається з п'яти ключових елементів. Системи дизельного і бензинового двигуна відрізняються. Про особливості їх конструкцій читайте нижче.



Призначення паливної системи

Паливна система потрібна для доставки бензину, дизеля з паливного бака безпосередньо в циліндри двигуна. По дорозі воно змішується з повітрям і вже в поршневу систему доходить суміш, що складається з палива і повітря. В

циліндрах відбувається детонація, іншими словами мікрровибух паливної суміші. Енергія, отримана від детонації, передається на коленвал, там перетворюється в обертовий момент і потім переходить на колеса автомобіля.

Пристрій і основні конструктивні елементи

По конструкції всю паливну систему можна поділити на такі елементи:

1. **Бак для палива.** Баки бувають різні за конфігурацією і обсягом. Оснащені датчиком рівня палива, який дає розуміння водієві про рівень наповненості бака. Для заливання палива в баці є горловина, що закривається кришкою.

2. **Паливні магістралі.** Представляють собою набір трубчастих магістралей, по яких паливо доходить з бака до розподіляє пристрою.

3. **Фільтри.** Застосовуються фільтри грубого і тонкого очищення (читайте про те, де знаходиться паливний фільтр). Фільтр грубої очистки монтується безпосередньо на бак з паливом і являє собою металеву решітку. Цей фільтр не дає проникнути великим частинкам забруднень в магістралі паливної системи. Фільтр тонкого очищення встановлюється безпосередньо в моторному відсіку перед паливним насосом. Він вже відловлює більш маленькі частинки бруду.

4. **Паливні насоси.** По конструкції встановлюють два або один паливний насос. Їх кількість залежить від конструкції суміші утворювача. В карбюраторних типах насос коштує один. У дизельних двигунах встановлюють насоси низького і високого тиску.

5. **Смесеобразователь.** Цей елемент відповідає за змішування палива з повітрям і впорскування суміші в двигун. У бензинових двигунах це карбюратор або інжектор.



Типи систем подачі палива у двигун

В залежності від конструкції автомобіля, року його випуску та типу пального матеріалу, на якому він працює, паливні системи мають свої відмінності.

За типом палива:

- бензинові;
- дизельні.

Конструкція цих паливних систем кардинально розрізняється і про їх особливості читайте нижче.

Бензинові в свою чергу поділяються на:

- карбюраторні;
- інжектори.

У сучасних автомобілях карбюраторні подачі палива майже не зустрічаються. В більшості стоять саме інжектори. Але авто, випущені 10 — 15 років тому оснащувалися карбюраторами, тому принцип роботи таких систем ми також розберемо.

Паливна система карбюраторних двигунів

По конструкції карбюратор складається з корпусу, поплавкової камери, клапанів, жиклерів, суміші утворює камери. У карбюраторною системою паливний насос встановлюється один — малого тиску. Встановлюється він у моторному відділенні, недалеко від карбюратора. Насос накачує паливо в поплавеву камеру. Свою назву ця камера отримала за рахунок поплавця, який регулює її наповнення. Якщо в камері більше палива, ніж потрібно, поплавок піднімає голчастий клапан. Голчастий клапан закриває подачу палива в камеру. При нестачі палива в камері весь процес відбувається навпаки.

Читайте також статтю нашого фахівця, в якій розповідається про те, як влаштований зворотний клапан паливної системи.



З поплавцевої камери паливо через жиклер, який представляє собою трубочку з малим отвором, подається в камеру змішування. У цій камері бензин змішується з повітрям, який в свою чергу надходить з повітрозабірника.

Регулюється подача палива дросельною заслінкою, а вона тросом пов'язана з педаллю газу в авто. З карбюратора суміш подається в двигун за допомогою зворотної тяги від циліндропоршневої групи. Іншими словами, поршень всмоктує паливну суміш.

Бувають три види паливної суміші:

1. **Збагачена.** У складі цієї суміші збільшену кількість палива і зменшений об'єм повітря. Це у свою чергу призводить до перевитрати палива. Таку суміш застосовують при запуску двигуна автомобіля. Регулюється це за допомогою так званого «підсосу». Після прогріву двигуна суміш необхідно зробити нормальною і прибрати «підсмоктування».

2. **Нормальна.** У складі суміші потрібну кількість палива і повітря. Це іншими словами золота середина.

3. **Збіднена.** У цій суміші кількість повітря більше потрібного, а палива менше. Це тягне за собою зменшення витрат і потужності. Машина буде важко підніматися на гірки, особливо навантажена. Швидкість стане значно менше.

Регулюється якість суміші на карбюраторі болтом. Взагалі варто сказати, що на карбюраторі є гвинт холостого ходу та якості суміші. Саме гвинтом якості суміші і регулюється її складу.

Якщо немає розуміння, як регулювати, то краще довірити цю справу професіоналу. Ця робота дуже точна і тут потрібні навички.

Одна з найчастіших проблем карбюраторних типів систем — це як раз самотійна регулювання. Бувають ситуації, що справа зовсім не в налаштуваннях, а, наприклад, в поламааному игловом клапані. Через переповнення поплавкової камери витрата збільшується, а автолюбители починають крутити гвинти суміші утворювача. Це не призводить ні до чого.

Особливості паливної системи інжекторного двигуна

Несхожість інжекторного типу двигуна і карбюраторного в наступному. Паливний насос створює високий тиск і подає пальне на паливну рампу, а з неї через форсунки в двигун (читайте про те, як відбувається ремонт дизельних форсунок). Регулює подачу палива, його кількість і якість блок управління.

Робити якісь регулювання можливо лише через спеціальний комп'ютер. Крім того, блок управління не дасть сигналу на подачу палива, якщо хоча б один датчик в автомобілі вийшов з ладу. На панелі буде видаватися помилка з назвою. За назвою помилки можна розшифрувати, який саме датчик вийшов з ладу.

Додатково рекомендуємо прочитати статтю нашого фахівця, в якій розповідається про те, що таке інжектор.

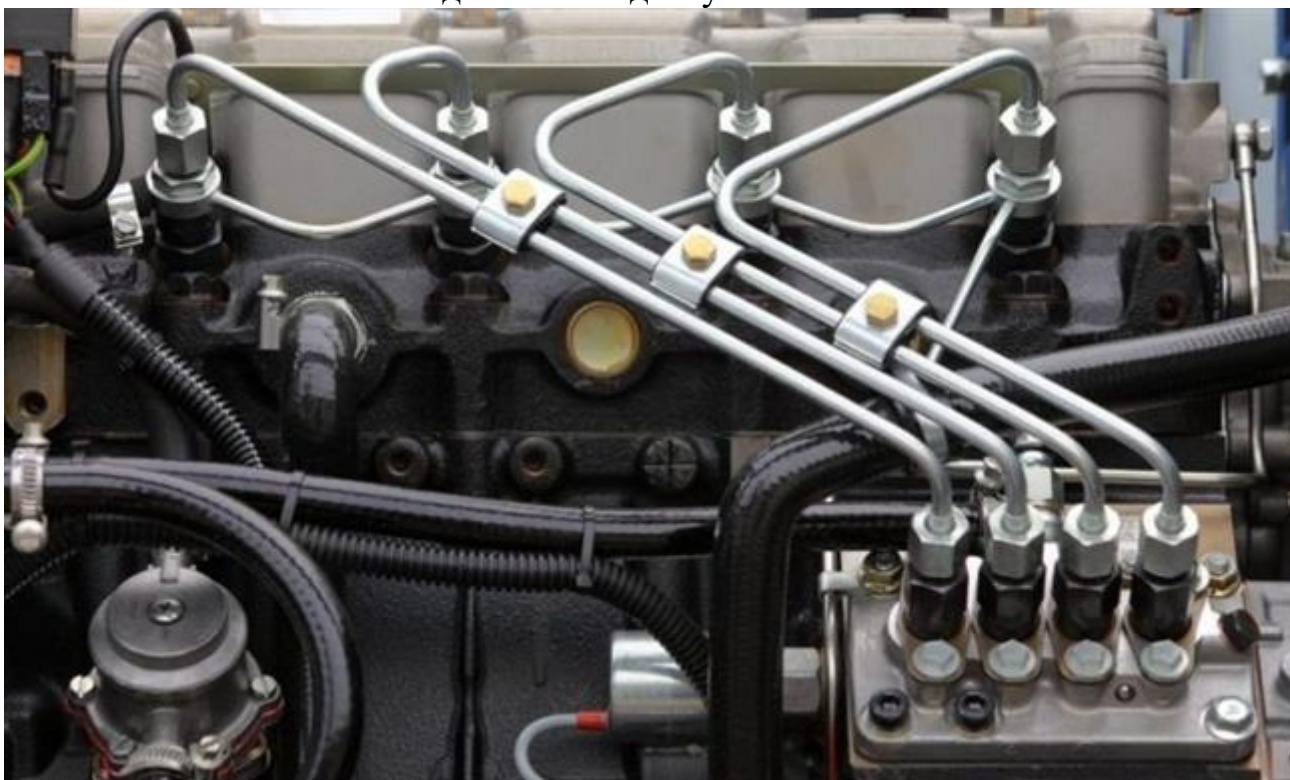
Схема паливної системи дизельного двигуна

В дизельному двигуні паливна система відрізняється від бензинової. Займання паливної суміші відбувається внаслідок стиснення повітря і його нагрівання. У таких системах не застосовуються свічки для детонації суміші. У

дизельних двигунах застосовуються свічки, але розжарювання. Вони служать для підігріву паливної системи при пуску. При роботі вони не потрібні.

У дизельній системі є два паливних насоса. Один з них високого тиску, а інший низького. Насос низького тиску хитає паливо з бака. Насос високого тиску створює потрібний тиск в системі при упорскуванні. Роль розподільника виконують форсунки, вони дозують кількість суміші і визначають її якість. Для перевірки зносу форсунок є спеціальний стенд.

Рекомендуємо додатково прочитати детальну статтю нашого експерта, в якій описана система живлення дизельного двигуна.



Особливістю дизельного двигуна є відсутність регулювання якості суміші. Особливо це позначається взимку при низьких температурах. Так само в зимовий час дизель починає підмерзати. Для того, щоб цього не траплялося, застосовують присадки