Лабораторна робота №4
Вплив регулювань системи запалювання на потужнісні характеристики автомобільного двигуна

Мета роботи: визначення впливу регулювань системи запалювання автомобільного двигуна на показники його потужності і приймістості.

Обладнання: двигун BMW M10, тестер автомобільний, датчик частоти обертання колінчастого вала двигуна, секундомір, набір щупів, набір інструментів, витратомір палива.

Параметри, що змінюються: кут замкненого стану контактів переривника;кут випередження запалювання; зазор між контактами свічок запалювання.

Теоретичні відомості

Система запалювання - це одна з головних систем в автомобілі, яка призначена для запалення робочої суміші в циліндрах двигунів внутрішнього згоряння. Система запалювання буває трьох типів: контактна; безконтактна; контактно-транзисторна.

Контактна система запалювання

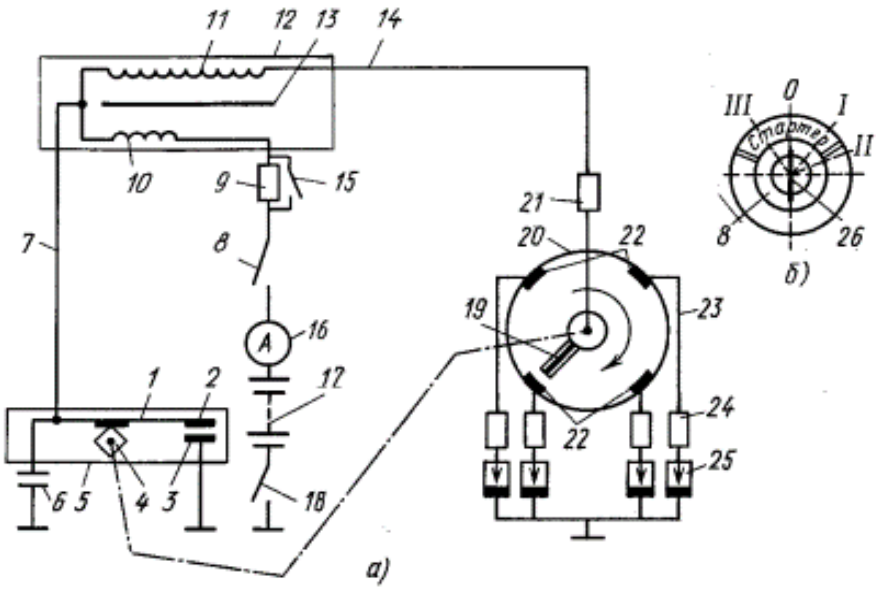


Рис. 1. Схема контактної системи батарейного запалювання:

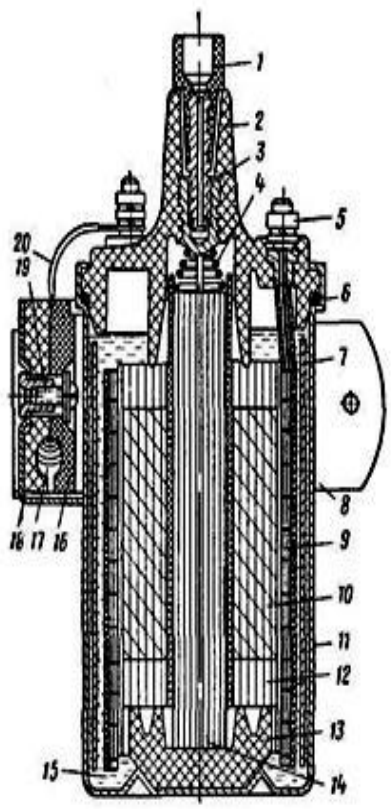
а - схема; б - положення ключа вимикача запалення і стартера;

1 - важіль запалювання; 2 - рухомий контакт; 3 - нерухомий контакт; 4 - кулачок; 5 - переривач низької напруги; 6 - конденсатор; 7, 14 і 23 - провід; 8 - вимикач запалювання; 9 - додатковий резистор; 10 - первинна обмотка;11 -

вторинна обмотка; 12 - котушка запалювання; 13 - магнітопровід; 15 - вимикач додаткового резистора; 16 - амперметр; 17 - акумуляторна батарея; 18 - вимикач ланцюга акумуляторної батареї; 19 - ротор з електродом; 20 - розподільник; 21 і 24 -- резистори; 22 - електроди; 25 - свічка запалювання; 26 - ключ вимикача запалювання.

При замиканні контактів запалювання струм від акумуляторної батареї проходить по первинній обмотці котушки запалювання, створюючи навколо неї магнітне поле. Ланцюг низької напруги наступна: позитивна клема акумуляторної батареї 17 - амперметр 16 - вимикач запалювання 8 - додатковий резистор 9 - первинна обмотка 10 - провід 7 - рухомий контакт 2 - нерухомий контакт 3 - вимикач маси 18 ланцюга акумуляторної батареї – негативна клема акумуляторної батареї.

При розмиканні контактів переривника знеструмлюється первинна обмотка котушки запалювання і різко зменшується магнітне поле. Магнітний потік зникає поля перетинає витки вторинної та первинної обмоток, при цьому індукує електрорушійну силу (ЕРС) високої напруги у вторинній і ЕРС самоіндукції в первинній обмотці. Імпульси високої напруги підводяться до свічок запалювання відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна. Ротор 19, що обертається, своїм електродом розподіляє імпульси високої напруги по електродів кришки розподільника. Частота обертання ротора в 2 рази менше частоти обертання колінчастого валу і, таким чином, збігається з частотою обертання кулачка переривника. Положення пластини ротора навпроти кожного з електродів кришки розподільника відповідає розімкнутому станом контактів переривника.



Котушка запалювання (індукційна) призначена для перетворення струму низької напруги на струм високої напруги.

Рис.2. Котушка запалювання .
1 - наконечник проводу високої напруги;
2-кришка;
3 - гніздо висновку обмотки високої напруги;
4 - контактна пружина;
5 - зажим обмотки низької напруги;
6 - прокладка;
7 - пластина;
8 - кронштейн;

9 - первинна обмотка;
10 - вторинна обмотка;
11 - корпус;
12 - ізоляційні прокладки;
13 - ізолятор;
14 - пластинчастий сердечник;
15 - масло;
16 - ізолятор;
17 - додатковий опір;
18 - пластина кріплення опору;
19 - гвинт;
20 - затискач ВКБ додаткового опору.

На залізний пластинчастий сердечник 14 намотані вторинна, а поверх неї первинна обмотки. Обмотки приєднані до затискачів і гнізда карболітової кришки 2, до якої вкручений наконечник 1 дроту високої напруги. Вільний простір в кожусі заповнено маслом. Додатковий опір 17 закріплено на корпусі котушки за допомогою встановленої скоби (кронштейна) 8.

Переривник-розподільник. Переривник призначений для розмикання і замикання кола низької напруги, тобто первинного кола котушки запалювання. Розподільник призначений для розподілу струму високої напруги, який надходить від котушки запалювання до свічок запалювання багатоциліндрових двигунів відповідно до порядку роботи циліндрів.

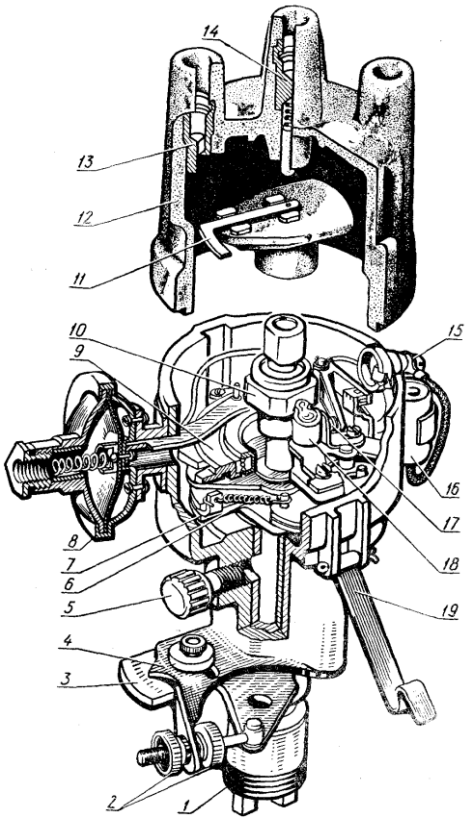


Рис. 3. Переривач-розподільник

1 - з'єднувальна муфта приводу;
2 - регулювальні гайки октан-коректора;
3 - шкала;
4 - рухома пластина;
5 - маслюка;
6 - пружина грузика;
7 - грузик;
8 - вакуумний регулятор випередження запалювання;
9 - рухомий диск;
10 - кулачок;
11 - розносної пластина ротора;

12 - кришка розподільника;
13 - бічна клема,
14 - центральна клема;
15 - клема низької напруги;
16 - конденсатор;
17 - контакти запалювання;
18 - повстяний гніт;
19 - застібка кришки.

Переривач складається з корпусу, всередині якого міститься приводний валик, з'єднаний через відцентровий регулятор з кулачком 10, нерухомого опорного диска та рухомого диска 9. Зовні корпусу укріплені вакуумний регулятор випередження запалювання 8 і конденсатор 16. На рухомому диску встановлено: нерухомий контакт 17, з'єднаний з масою, рухомий контакт, ізольований від маси та з'єднаний провідником з ізольованою клемою низької напруги 15, і гніт 18 для змащування кулачка 10. Нерухомий контакт встановлений на спеціальному майданчику, закріпленому на диску гвинтом. Площадка разом з контактом може переміщуватися ексцентриком, що дає можливість регулювати зазор між контактами. Рухомий контакт за допомогою пластинчастої пружини притискається до нерухомого контакту. При обертанні валика кулачок своїми виступами періодично відтискає рухомий контакт, і контакти розмикаються, перериваючи струм низької напруги. Змикання контактів здійснюється за допомогою пластинчастої пружини. Нормальний зазор між контактами переривника, що знаходяться в повністю розімкнутому стані - 0,35-0,45 мм. Кількість виступів на кулачку відповідає числу циліндрів, а швидкість обертання валика вдвічі менше швидкості обертання колінчастого валу. Контакти виготовлені з тугоплавкого металу - вольфраму.

Розподільник складається з ротора з розносною пластиною 11, карболітової кришки 12 з вивідними бічними клемами 13 і центральної клеми 14 з контактною вуглиною і подавляючим опором, що зменшує перешкоди радіотрансляції. Всередині ротора є зріз, за допомогою якого він фіксується в певному положенні на кулачку й обертається разом з ним. У гніздо центрального затискача розподільника вставляють провід високої напруги котушки запалювання. Від бічних вивідних клем проводи приєднують до свічок запалювання в порядку роботи циліндрів двигуна по напрямку обертання ротора. Струм високої напруги, індуктований у вторинній обмотці котушки запалювання в момент розмикання контактів переривника, надходить через контактну вуглину на платівку ротора, а потім через повітряний проміжок на бічну вивідні клему і по дроту високої напруги на свічку запалювання. При подальшому розмиканні контактів ротор повернеться і розташується проти чергового бічним клеми і т. д.

Свічка запалювання - це пристрій системи запалювання бензинового ДВЗ, що слугує для створення іскрового проміжку в колі високої напруги з метою запалювання робочої суміші в циліндрі двигуна. Вона складається із трьох основних компонентів: корпуса, електродів та ізолятора. Для герметизації свічки щодо центрального електрода використовують термоцемент або струмопровідний склогерметик. У сучасних свічках тепловий конус ізолятора виходить за торець нижньої частини корпусу, завдяки чому він краще охолоджується під час впуску холодної суміші і тепловий діапазон свічки розширюється. Для форсованих двигунів використовують свічки, центральний електрод яких виготовлено і покрито нікельхромовою, срібною чи платиновою оболонкою.

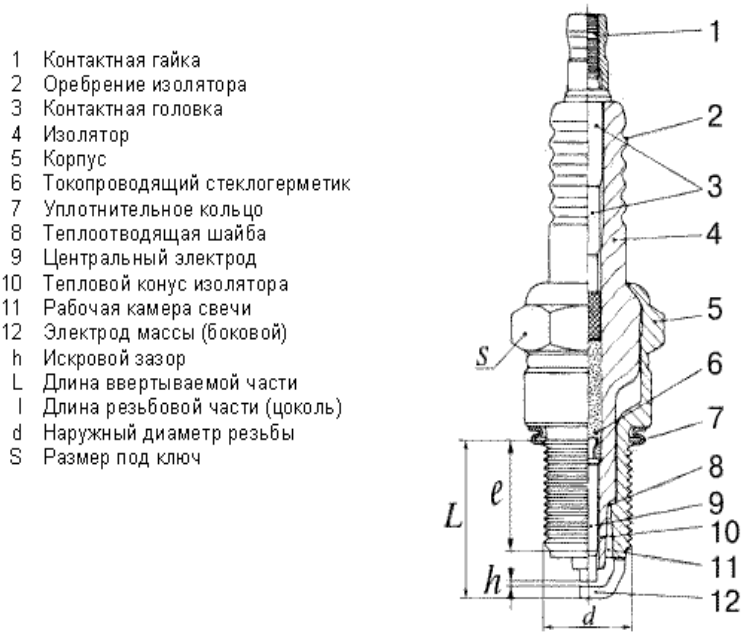


Рис.4. Свічка запалювання

Конденсатор - двополюсник з певним значенням ємності і малої омічний провідністю; пристрій для накопичення енергії електричного поля.
Конденсатор є пасивним електронним компонентом. Зазвичай складається з двох електродів у формі пластин (обкладок), розділених діелектриком, товщина якого менша у порівнянні з розмірами обкладок.

Безконтактна система запалювання

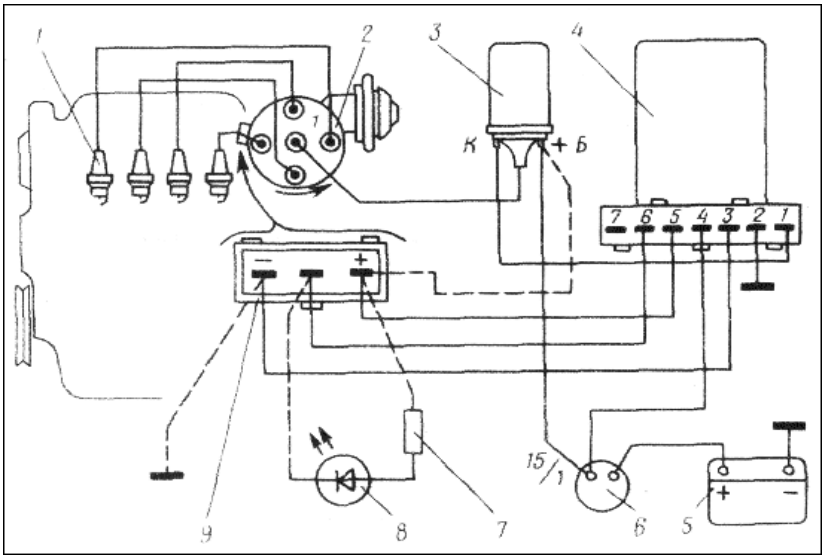


Рис. 5. Схема безконтактної системи запалювання:
1 - свічка запалювання; 2 - датчик-розподільник; 3 - котушка запалювання; 4 - комутатор; 5 - акумуляторна батарея; 6 - замок запалювання; 7 - резистор; 8 - світодіод; 9 - клемна колодка на датчику – розподільнику

Принцип роботи безконтактної системи запалювання

При обертанні колінчастого валу двигуна датчик-розподільник формує імпульси напруги і передає їх на транзисторний комутатор. Комутатор створює імпульси струму в ланцюзі первинної обмотки котушки запалювання. У момент переривання струму індуктується струм високої напруги у вторинній обмотці котушки запалювання. Струм високої напруги подається на центральний контакт розподільника. Відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна струм високої напруги подається по проводах високої напруги на свічки запалювання. Свічки запалювання здійснюють займання паливно-повітряної суміші. При збільшенні частоти обертання колінчастого валу регулювання кута випередження запалюван-ня здійснюється відцентровим регулятором випередження запалювання.

Відцентровий регулятор випередження запалювання. Регулювання кута випередження запалювання залежно від частоти обертання колінчастого валу здійснюється автоматично відцентровим регулятором. Він складається з пластини, закріпленої на приводному валику, двох тягарців на осях пластини, пружин, що стягують тягарці, і планки кулачка. Кулачок з планкою вільно посаджений на вісь приводного вала. Штифти тягарців входять у прорізи планки кулачка. При обертанні приводного валика під дією відцентрової сили тягарці, які в нормальному стані стягнуті пружинами, починають розходитись і,

коли відцентрова сила досягне певної величини, вони, переборюючи опір пружини, розходяться і своїми штифтами повертають планку з кулачком у напрямі обертання, забезпечуючи більш раннє розмикання контактів і відповідно збільшуючи кут випередження запалювання. При зменшенні числа обертів зменшується і відцентрова сила, що діє на тягарці, пружина повертає їх у початкове положення, обертаючи при цьому планку з кулачком у бік зменшення кута випередження.

Залежність потужності, годинної та питомої витрат палива від кута випередження запалювання.

Максимальній потужності при заданому швидкісному і навантажувальному режимах відповідає певний оптимальний кут випередження запалювання. Регулювальні характеристики за кутом випередження запалювання, зняті при різних швидкісних і навантажувальних режимах, є частковими. Основну характеристику з установленого кута випередження запалювання знімають при номінальній часто-ті обертання колінчастого вала двигуна і повному відкритті дросельної заслінки карбюратора.

Підготовка двигуна. Для зняття регулювальної характеристики по становлено-му куті випередження запалювання, двигун оснащують пристроєм, що дозволяє змінювати і фіксувати момент подачі іскри.

Перед випробуванням двигуна відключають відцентровий і вакуумний регуля-тори випередження запалювання.

Зміна кута випередження запалювання забезпечують поворотом розподільника. Кріплення переривника-розподільника має забезпечити подачу іскри в межах від 10 ° після ВМТ і до 50 ... 60 ° до ВМТ (у кутах повороту колінчастого валу).

Значення оптимального кута випередження запалення в першу чергу залежить від якості бензину. Тому випробування слід проводити по сорту бензину, рекомен-дованому задоводом-виробником. Перед початком випробувань двигун прогріва-ють до нормального теплового стану, встановлюють незмінне положення дросель-ної заслінки і постійну частоту обертання колінчастого вала.

Послідовність проведення дослідів.

Перший дослід проводять при пізньому куті випередження в межах від 0 до 10° після ВМТ. Кут випередження запалювання встановлюють вручну поворотом розподільника. Задану частоту обертання колінчастого вала

корегують наванта-женням гальма. Після стабілізації режиму роботи двигуна фіксують зусилля по важелю гальма, частоту обертання валу гальма, витрата палива за дослід, трива-лість досліду; температуру масла, охолоджуючої рідини, відпрацьованих газів. Результати заносять в журнал випробувань.

У другому досліді кут випередження запалювання збільшують на 5 ... 8 ° і змі-ною навантаження на гальмі відновлюють задану частоту обертання. У журнал випробувань заносять ті ж величини, що і в першому досліді. Третій і наступні досліди виконують аналогічно першому і другому, збільшуючи щоразу кут випе-редження запалювання на однакову величину.

Останній дослід проводять при куті випередження запалювання на 6 ... 10 ° більшому, ніж рекомендовано заводом-виробником для даного двигуна. Для отри-мання більшої вірогідності результатів випробувань після закінчення дослідів зні-мають характеристику в зворотньому порядку, зменшуючи кут випередження за-палювання на однакову величину.

На підставі записів у протоколі випробувань проводять підрахунки і будують графічні залежності регулювальної характеристики за кутом випередження.

Аналіз регулювальної характеристики. Типова регулювальна характеристика по куту запалювання карбюраторного двигуна при повному відкритті дросельних заслінок, постійної частоти обертання наведена на рис.6. З цієї характеристики слідує, що часовий витрата палива залишається постійним. Це пояснюється тим, що регулювання карбюратора, положення дросельної заслінки і постійна частота обертання колінчастого вала не змінюються. На годинну витрату пали-ва може впливати підігрів горючої суміші, однак він не значний.

Екстремальні значення афективної потужності і питомої витрати палива перебувають на одній лінії, проведеної перпендикулярно до осі абсцис. Максимальна потужність і мінімальна питома витрата палива в даному випадку відповідають куту 25 ° повороту колінчатого валу до ВМТ.

Зі збільшенням кута випередження запалювання згоряння великої частини палива відбувається до приходу поршня у ВМТ в умовах зменшуються обсяги циліндра. Більш раннє запалювання викликає підвищення температури і тиску газів в процесі згоряння, що може призвести до виникнення детонації, що викликає посилену тепловіддачу в охолоджувальну рідину. При передчасному займанні з'являється негативна робота стиснення, що призводить до зниження індикаторного ККД.

При більш пізньому куті випередження запалювання індикаторний та

механічний ККД досягають максимальних значень, при яких потужність теж досягає максимального значення.

Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала посилюються вихрові рухи суміші в камері згоряння. Однак поліпшення перемішування не компенсує скорочення часу згоряння і необхідне збільшення кута випередження запалювання.

Зниження навантаження при постійній частоті обертання колінчастого вала викликає необхідність збільшення оптимального кута випередження запалювання. Це пояснюється тим, що зі зменшенням навантаження і прикриттям дросельної заслінки знижується коефіцієнт наповнення. При цьому зростає відносна кількість залишкових газів, що викликають зниження швидкості згоряння. Кут випереджен-ня запалювання повинен бути більшим.

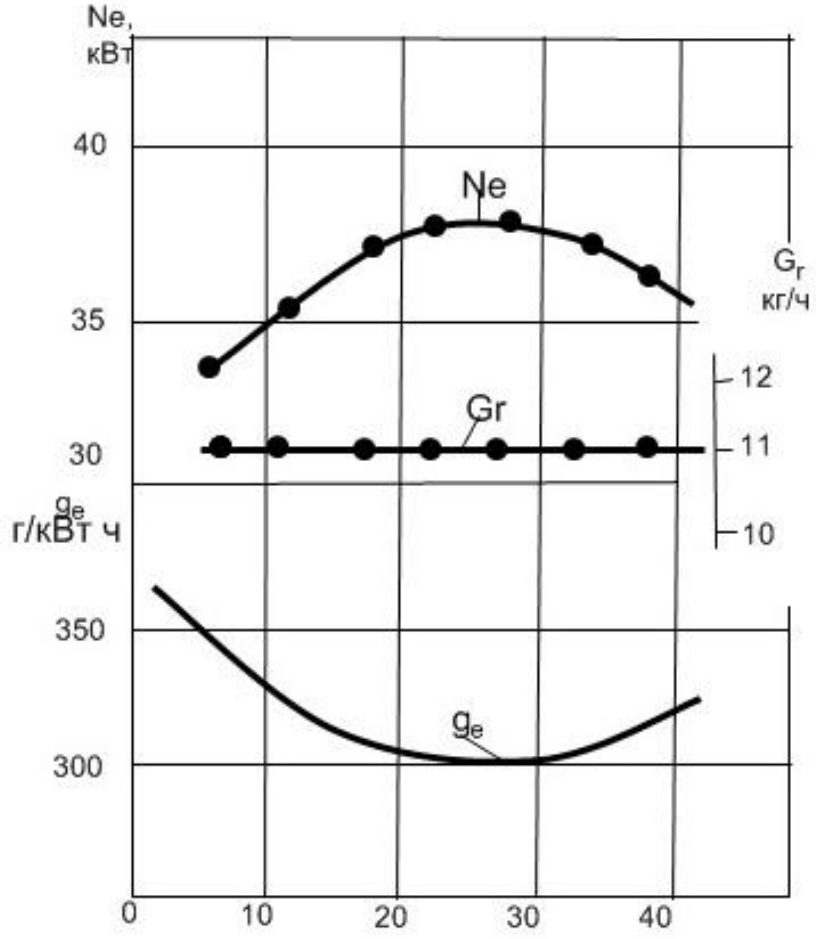


Рис.6. Залежність регулювальної характеристики за кутом випередження запалювання.

Контактно-транзисторна система запалювання

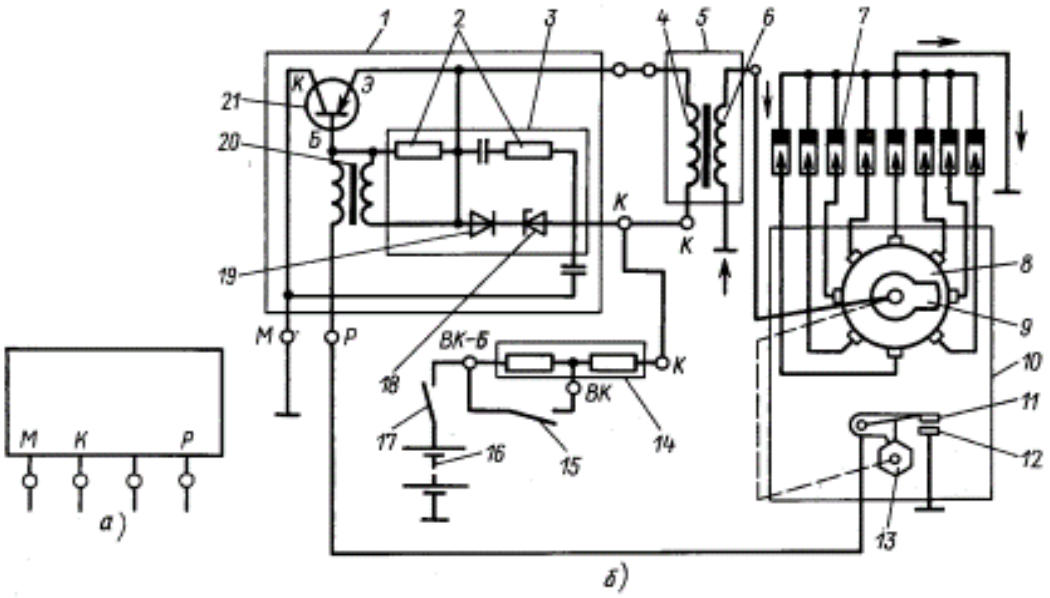


Рис.7. Схема контактно-транзисторної системи запалювання двигуна ЗІЛ-l30 (стрілками вказана ланцюг високої напруги):
а - розташування виводів на транзисторному комутаторі;
б - загальна схема системи запалювання;
1 - транзисторний комутатор ТКІ02; 2 - резистори; 3 - блок захисту транзистора 4 - первинна обмотка; 5 - котушка запалювання; 6 - вторинна обмотка;7 - свічки запалювання; 8 - кришка; 9 - ротор з електродом; 10 - розподільник запалювання; 11 - рухливий контакт; 12 - нерухомий контакт; 13 - кулачок запалювання; 14 - додаткові резистори І07; 15 - вимикач додаткового резистора; 16 - акумуляторна батарея; 17 - вимикач запалювання; 18 - стабілітрон; 19 - діод; 20 - імпульсний трансформатор; 21 - германієвий транзистор; К, Б і Е - електроди транзистора (відповідно колектор, база та емітер) включає елементів.

Робота контактно-транзисторної системи запалювання.

Якщо вимикач запалювання 17 включений, а контакти переривника розімкнені, то транзистор 21 замикав його, так як немає струму в його ланцюги управління, тобто в переході емітер база. Струм не проходить і між емітером і колектором на масу, тому що опір цього переходу дуже велике. При замиканні контактів переривника в ланцюзі управління транзистора (емітер - база) проходить струм, в результаті транзистор відкривається. Сила струму управління невелика (близько 0,8 А) і зменшується до 0,3 А зі збільшенням частоти обертання кулачка переривника. У контактно-транзисторної системі

запалювання є два ланцюги низької напруги: ланцюг управління транзистора і ланцюг робочого струму.

<u>Вплив регулювань системи запалювання на навколишнє середовище</u>

Основна причина забруднення повітря полягає в неповному і нерівномірному згорянні палива. Всього 15% його витрачається на рух автомобіля, а 85% «летить на вітер». До того ж камери згоряння автомобільного двигуна - це своєрідний хімічний реактор, що синтезує отруйні речовини і викидає їх в атмосферу. Навіть невинний азот з атмосфери, потрапляючи в камеру згоряння, перетворюється на отруйні оксиди азоту.

У відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) міститься понад 170 шкідливих компонентів, з них близько 160 - похідні вуглеводнів, прямо зобов'язані своєю появою неповного згоряння палива у двигуні. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин обумовлено в кінцевому підсумку виглядом та умовами згоряння палива.

Склад відпрацьованих газів залежить від роду застосовуваного палива, присадок і масел, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля та ін. Токсичність відпрацьованих газів карбюраторних двигунів обумовлюється головним чином вмістом окису вуглецю та оксидів азоту.

Мала кількість кисню в горючій суміші,яка надходить в двигун, (яке сприяє неповному згорянню в циліндрах двигуна і ,виходячи з цього, збільшення кількості чадного газу) впливає при неповному згорянні і на збільшення вуглеводневих сполук і кіптяви. Також цьому сприяє і пізнє запалювання.

Результатом неповного згоряння є те, що вихлопні гази містять більше або менше шкідливих сполук.

Процес згоряння істотно залежить від складу горючої суміші. Загальна залежність (при найвигіднішому випередженні запалення) така: найбільша температура і тиск газів у камері згоряння досягаються при злегка збагаченій суміші. Подальше її збагачення і збіднення знижує температуру.

Відхилення кута випередження запалення від оптимальної величини теж робить прямий вплив. Збільшення кута підвищує температуру усередині камери і може довести її до рівня, небезпечного для розташованих там деталей. При пізньому запаленні температура в камері знижується, але на випуску - зростає. Це, зокрема, посилює тепловий режим роботи випускного клапана.

<u>Порядок виконання роботи:</u>

1. Перевірити готовність механізмів і систем двигуна до роботи і запустити його, прогріти до робочої температури.

2. Заглушити двигун і, викрутивши свічки запалювання, встановити в них номінальний зазор, поставити свічки на місце.

3. Запустити двигун і за допомогою тестера автомобільного і стробоскопа встановити номінальні значення кута випередження запалювання, кут замкненого стану контактів переривника.

4. Визначити витрату палива на протязі 5 хвилин.

5. Увімкнути вимірювальні пристрої и прилади.

6. Різко відкрити дросельну засувку карбюратора і, тримаючи її в гранично відкритому стані, зафіксувати зростання частоти обертання колінчастого вала двигуна в часі.

7. Повернути дросельну засувку до вихідного стану і зупинити двигун.

8. Визначити крутизну характеристики n=f(t).

9. Запустити двигун і встановити кут випередження запалювання 20°.

10. Виконати дії по пп. 4-8 і заглушити двигун.

11. Запустити двигун і встановити кут випередження запалювання 40°.

12. Виконати дії по пп. 4-8 і заглушити двигун.

13. Запустити двигун і встановити кут замкненого стану контактів переривника,який відповідає зазору між ними в 0,3 мм.

14. Виконати дії по пп. 4-8 і заглушити двигун.

15. Запустити двигун і встановити кут замкненого стану контактів переривника, який відповідає зазору між ними в 0,5 мм.

16. Виконати дії по пп. 4-8 і заглушити двигун.

17. Встановити зазор між контактами свічок запалювання 0,4 мм, між контактами переривника – 0,4 мм.

19. Виконати дії по пп. 4-8 і заглушити двигун.

20. Довести регулювання приладів системи запалювання до номінальних значень.

21. Одержані дані за витратою палива і крутизною графіків функцій n=f(t) представити у вигляді таблиці.

22. Провести аналіз отриманих результатів і зробити відповідні висновки.

№ досліду	Тривалість досліду,хв	Кут випередження запалюваннння	Зазор між контактами переривника,мм	Витрата палива

Контрольні запитання

1. Як впливають регулювання приладів системи запалювання на паливну економічність двигуна?
2. Як впливають регулювання приладів системи запалювання на потужнісні характеристики двигуна та його прийомістість?
3. На які показники роботи системи запалювання і двигуна в цілому впливають відмічені регулювання?
4. Поясніть принцип дії стробоскопа і порядок його використання.
5. Що таке прийомістіть двигуна і на які експлуатаційні показники роботи автомобіля вона впливає?