

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ТЕХНІКУМ
ЛОЗІВСЬКА ФІЛІЯ

С.А. Мартиненко

Е Л Е К Т Р О О Б Л А Д Н А Н Н Я А В Т О М О Б І Л І В

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
Частина I**

Лозова
2016

Електрообладнання автомобілів: Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни. Ч. I / С.А. Мартиненко – Лозова: ЛФ ХАДТ, 2016. – 90 с.

Укладач: Мартиненко Сергій Анатолійович – викладач вищої категорії Лозівської філії Харківського автомобільно-дорожнього технікуму

Рецензент: Бажинов Олексій Васильович – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри «Автомобільна електроніка» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

У навчальному посібнику розглянуто основні пристрої, принципи дії, коротка теорія і характеристика виробів електрообладнання автомобілів. Особливу увагу приділено електронним пристроям у системах електропостачання, запалювання та пуску двигуна.

Посібник призначено для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 5.07010602.

ВСТУП

Курс «Електрообладнання автомобілів» вивчається на III курсі студентами відділення транспортних технологій Лозівської філії Харківського автомобільно-дорожнього технікуму. Він передбачає: ознайомлення з основними тенденціями і перспективами розвитку автотракторного електронного й електричного устаткування; засвоєння сутності процесів, що протікають у приладах, апаратах і ланцюгах систем електронного і електричного устаткування; вивчення будови, принципу дії і роботи найбільш розповсюджених приладів, апаратів, систем електронного й електричного устаткування; вивчення характерних несправностей приладів, апаратів і систем, причини виникнення й ознаки появи пошкоджень; ознайомлення з сучасними методами діагностики, будови і правил застосування устаткування, пристосувань і інструменту для технічного обслуговування електронного й електричного обладнання автомобілів; вивчення державних технічних стандартів (ДТС) і технічних умов на прилади, апарати і системи електронного і електричного устаткування автомобілів.

Метою курсу є набуття знань принципів дії, основних технічних характеристик, пристроїв і роботи систем, приладів і апаратів електронного і електричного устаткування сучасних автомобілів.

Значна увага має бути приділена визначенню й усуненню несправностей електронного й електричного устаткування автомобілів.

Методологія вивчення дисципліни повинна виходити з принципу визначення шляхів удосконалювання конструкції й експлуатаційної надійності і зниженню обсягу технічного обслуговування. Студенти мають навчитися: користуватися електровимірною апаратурою і технологічним устаткуванням; користуватися ДТС і самостійно вивчати нові конструкції приладів і апаратів електронного й електричного устаткування автомобілів; організовувати і контролювати технологічний процес технічного обслуговування електронного й електричного устаткування автомобілів і оформляти технічну документацію.

Вивчення дисципліни «Електрообладнання автомобілів» є необхідною умовою фундаментальної підготовки молодшого спеціаліста.

1 ТИПОВА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ»

Введення

Мета і зміст досліджуваного предмета. Призначення і загальна характеристика електронного й електричного устаткування автомобілів.

Класифікація електроустаткування автомобілів по функціональних ознаках і цільовому призначенні систем, коротка характеристика.

Загальні тенденції розвитку й удосконалювання електроустаткування автомобілів. Шляхи удосконалювання конструкції й експлуатаційної надійності і зниження обсягу технічного обслуговування.

Розділ 1. Система електроживлення. Акумуляторні батареї

Загальні відомості про систему електропостачання.

Призначення систем електропостачання. Основні вимоги до систем приладів і апаратів.

Принципова схема системи. Принцип роботи системи електропостачання.

Акумуляторні батареї. Принцип дії свинцевого акумулятора. Стартерні свинцеві акумуляторні батареї, призначення і вимоги, пропонувані до них. Будова стартерної акумуляторної батареї. Маркірування і застосування акумуляторних батарей. ДСТ на стартерні акумуляторні батареї.

Основні характеристики акумуляторів і акумуляторних батарей: ЕРС, напруга, внутрішній опір, ємність, коефіцієнт віддачі.

Основні фактори, що впливають на характеристики. Розрядні і зарядні тимчасові характеристики.

Підготовка акумуляторних батарей до експлуатації. Електроліт, правила готування і вихідні матеріали. ГОСТи на вихідні матеріали для готування електроліту. Величина щільності електроліту в залежності від кліматичних умов експлуатації. Засоби і правила виміру щільності електроліту. Правила безпеки при готуванні електроліту.

Методи заряду акумуляторних батарей. Заряд при сталості напруги, переваги і недоліки. Особливості заряду акумуляторних батарей на автомобілі. Вибір, величини напруги заряду в залежності від кліматичних умов і місця установки акумуляторної батареї на автомобілі.

Заряд акумуляторних батарей при сталості сили електричного струму. Вибір сили електричного струму при заряді акумуляторних батарей.

Вибір акумуляторних батарей у групи для заряду і розрахунок кількості, в залежності від характеристики зарядного пристрою. Контроль за процесом заряду, визначення кінця заряду, коректування щільності електроліту.

Типи зарядних пристроїв, застосовуваних в експлуатації. Правила техніки безпеки при заряді акумуляторних батарей.

Термін служби акумуляторних батарей. Основні процеси, що обмежують термін служби, відмовлення і несправності, до яких вони приводять.

Перевірка технічного стану стартерних акумуляторних батарей, приладів. Правила безпеки при перевірці технічного стану акумуляторних батарей.

Розділ 2. Генератори

Загальні зведення про генераторні установки, призначення і вимоги пропоновані до них. Умови роботи генераторних установок на автомобілі.

Пристрій генераторів перемінного струму з номінальною напругою 14В і 28В. Принципові схеми генераторів. Робота генераторів перемінного струму, залежність зміни напруги генератора від частоти обертання ротора генератора. Залежність зміни сили струму генератора від частоти обертання ротора і навантаження. Самообмеження сили струму, що віддається генератором.

Переваги і недоліки генераторів перемінного струму.

Випрямлячі, випрямні блоки генераторів. Схеми з'єднання діодів у випрямному блоці.

Розділ 3. Регулятори напруги

Реле-регулятори та регулятори напруги.

Принцип регулювання напруги генераторів. Типи сучасних регуляторів напруги.

Принципові схеми напівпровідникових регуляторів напруги. Зменшення пульсацій і температурна компенсація. Забезпечення роботи транзисторів у ключовому режимі. Вбудовані регулятори напруги.

Експлуатація систем електропостачання.

Схеми систем електропостачання з генераторними установками перемінного струму, що застосовується на вітчизняних автомобілях. Опис роботи і призначення вузлів і деталей. Застосування генераторних установок.

Операції технічного обслуговування систем електропостачання і рекомендації з їхнього виконання.

Перевірка технічного стану систем електропостачання, відшукування несправного елемента, регулювання параметрів. Устаткування, застосовуване при експлуатації систем електропостачання.

Розділ 4. Системи запалювання

Загальні зведення. Контактна система запалювання.

Призначення систем запалювання, і основні вимоги, пропоновані до неї.

Принципова схема контактної системи запалювання і принцип її роботи. Призначення приладів контактної системи запалювання і їх характеристика. Робочий процес запалювання.

Фактори, що впливають на напругу у вторинному ланцюзі: стан контактів, кут замкнутого стану контактів, ємність конденсатора в первинному ланцюзі, нагар на ізоляторі свічі.

Характеристика контактної системи запалювання, її недоліки. Поліпшення характеристик систем запалювання за рахунок установки перемінного додаткового резистора, зміна параметрів котушки запалювання і застосування транзисторів.

Напівпровідникові системи запалювання.

Загальні відомості про напівпровідникові системи запалювання. Принципова схема контактно-транзисторної системи запалювання і принцип роботи. Забезпечення чіткої роботи транзистора в ключовому режимі. Захист транзистора від напруги, сили струму і температури.

Принципові схеми безконтактних систем запалювання, принцип їхньої роботи і характеристика.

Пристрій і характеристика приладів системи запалювання.

Будова приладів систем запалювання: котушки запалювання, конденсатора, розподільника, датчика-розподільника і комутаторів.

Вплив моменту запалення робочої суміші на роботу двигуна в залежності від частоти обертання колінчатого вала і навантаження на двигун.

Будова і робота відцентрового, вакуумного регуляторів і октанкоректора. Характеристики відцентрового, вакуумного регуляторів. Характеристики спільної роботи пристроїв випередження, що змінюють кут, запалювання.

Призначення і будова свіч запалювання. Умови роботи свіч запалювання. Теплові характеристики свіч запалювання. Маркування свіч за ДСТ.

Експлуатація систем запалювання.

Операції технічного обслуговування приладів системи запалювання і рекомендації з їхнього виконання.

Основні відмовлення і несправності приладів системи запалювання і їх вплив на роботу двигуна.

Перевірка технічного стану, іспит і регулювання приладів системи запалювання. Устаткування, застосування при експлуатації систем запалювання.

Розділ 5. Система електропуску двигуна

Загальні відомості. Будова стартера.

Призначення електропускової системи. Умови пуску двигуна внутрішнього згорання. Основні вимоги, пропонованої електропускової системи.

Стартери, призначення і вимоги, пропоновані до них, принцип роботи.

Будова стартерів. Типи електродвигунів. Схеми вмикання обмоток якоря і порушення електродвигуна.

Механізм приводу, стартера, вимоги, пропоновані до нього. Що зчіплює і розчіплює механізм приводу. Робота роликової, храповий муфт і механізму із само вимикання шестерні. Переваги і недоліки механізмів стартерів, що зчіплюють.

Будова і робота основних моделей стартерів.
Застосування стартерів.

Характеристики і схеми електропускових систем.

Основні залежності, що характеризують роботу електропускових систем. Фактори, що впливають на характеристики.

Схеми електропускових систем використання для пуску бензинових і дизельних двигунів.

Пристрої для полегшення пуску холодного двигуна.

Типи пристроїв, використаних при пуску холодного двигуна.

Пристрій і характеристики електрофакельного підігрівача.

Пристрій і робота передпускових підігрівачів, використаних на вітчизняних автомобілях.

Експлуатація електропускових систем.

Операції технічного обслуговування електропускових систем і рекомендації з їх виконання.

Основні відмовлення і несправності електропускових систем, їх вплив на роботу.

Перевірка технічного стану, іспит і регулювання стартерів. Устаткування, використане при експлуатації електропускових систем.

Розділ 6. Контрольно-вимірювальні прилади

Призначення контрольно-вимірювальних приладів, вимоги, пропоновані до них, класифікація.

Принцип дії приладів, що вказують. Пристрій і робота приладів виміру температури, тиску, рівня палива, контролю зарядного режиму, спідометрів і тахометрів.

Принцип дії приладів, що сигналізують.

Пристрій і робота сигналізаторів аварійної температури, тиску, справності генераторної установки.

Експлуатація контрольно-вимірювальних приладів.

Розділ 7. Система освітлення та сигналізації

Освітлювальні прилади.

Загальні зведення про прилади освітлення і світлової сигналізації. Вимоги до приладів освітлення. Світлорозподіл ближнього і далекого світла. Видимість дороги й об'єктів на ній при близькому і далекому світлі.

Пристрій приладів освітлення і їх застосування. Конструкція оптичних елементів фар і призначення основних елементів. Відбивач, розсіювач і лампи, використані у фарах. Маркування ламп за ДТС.

Прилади світлової сигналізації.

Призначення приладів світлової сигналізації, вимоги, пропонувані до них.

Пристрій світлосигнальних приладів, характеристики.

Схеми вмикання й експлуатація світлотехнічних приладів.

Схеми включення приладів освітлення і світлової сигналізації. Будова і робота преривачів показників повороту. Основні фактори, що впливають на експлуатаційні характеристики світлотехнічних приладів. Параметри, що характеризують граничний стан приладів. Операції обслуговування і застосовуване устаткування.

Основні відмовлення і несправності системи освітлення і світлової сигналізації і їх пошук.

Звукові сигнали.

Сигнали електричні звукові: призначення, типи, пристрій, робота. Реле сигналів, призначення, пристрій, робота.

Розділ 8. Допоміжне електрообладнання автомобілів

Електродвигуни, склоочисники, комутаційна апаратура, пристрої для зниження радіоперешкод.

Склоочисник з електроприводом. Його будова і робота.

Електродвигуни для привода склоочисника, нагрівника, вентилятора й інших приладів. Зміна частоти обертання якорів електродвигунів.

Призначення комутаційної апаратури і її класифікація. Конструкція замків-вимикачів, їх схеми комутації. Перемикачі і вимикачі.

Пристрої для зниження радіоперешкод. Резистори, проводи високої напруги з розподіленим опором, дроселі, конденсатори і фільтри. Екранування проводів і електроприладів.

Розділ 9. Бортова електромережа автомобілів

Система керування економайзером примусового холостого ходу.

Особливості режиму примусового холостого ходу двигуна. Призначення економайзера примусового холостого ходу. Пристрій системи керування економайзером примусового холостого ходу.

Схеми електроустаткування сучасних автомобілів.

Принцип побудови схем електроустаткування. Правила ввімкнення джерел і споживачів електричної енергії. Принципова схема з'єднань.

Умовні позначки приладів електроустаткування і маркування виводів приладів і проводів за ДСТ і ГОСТом.

Захист електричних ланцюгів від перевантаження, використання проводів.

2 ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Введення

Метою дисципліни «Електрообладнання автомобілів» є вивчення принципів дії, основних технічних характеристик, пристроїв і роботи систем, приладів і апаратів електронного і електричного устаткування сучасних автомобілів.

Розвиток і удосконалення автомобіля нероз'ємно пов'язано широким застосуванням на ньому електричного і електронного обладнання, підвищенням вимог до його експлуатаційної надійності, яка в більшості визначає працездатність автомобіля.

Електрообладнання сучасного автомобіля в залежності від функціональних зв'язків і цільового призначення можливо поділити на наступні системи:

- 1) електропостачання, яка забезпечує енергією всіх електроспоживачів;
- 2) пуску, яка здійснює пуск двигуна внутрішнього згорання автомобіля;
- 3) запалювання, яка забезпечує запалювання робочої суміші двигуна;
- 4) освітлення і сигналізації, яка дає можливість експлуатувати автомобіль в нічний час і підвищує безпеку руху;
- 5) контрольно-вимірювальних приладів, інформації і діагностики;
- 6) автоматичного керування двигуном і трансмісією, що забезпечує економію палива, зменшення токсичності відпрацьованих газів, підвищення стабільності і надійності роботи двигуна і трансмісії;
- 7) комфортного обладнання (склоочисники, отоплювачі, кондиціонери).

Під час вивчення цієї дисципліни необхідно виходити з того, що вперше електрична енергія була використана на двигунах внутрішнього згорання у 1860 р. для запалювання горючої суміші. Висока напруга для виникнення електричної іскри за допомогою простішої індукційної котушки, яка отримувала живлення від гальванічних елементів. Але з-за своєї недосконалості система не отримала розповсюдження.

У 80-х роках XIX ст. Було використано запалення низької вольтової магнето. ЕРС підводилась до двох електродів, які розташувались у циліндрі двигуна. В необхідний момент один з електродів відходив від нерухомого електроду і через утворений зазор проскакувала іскра низької напруги, яка запалювала горючу суміш.

У 1901-1907 рр. було створено магнето високої напруги, яке використовувалось на автомобілях до 1930 р., тобто до застосування акумуляторних батарей. Далі широке розповсюдження отримала класична система запалювання.

Подальший розвиток двигунобудування привів до розробки нових систем запалювання, тому що класична система запалювання не задовольняла пред'явленим вимогам. Найбільш перспективними в теперішній час електронні, безконтактні і мікропроцесорні системи.

До недавнього часу на автомобілях установлювались трьохщіточні генератори постійного струму, потужність яких складала усього 60Вт. Регулятори напруги не використовувались. Суттєвий недолік цих генераторів – повна невідповідність їх характеристик умовам заряду акумуляторної батареї. Їх замінили генераторами постійного струму з паралельним збудженням.

Розвиток напівпровідникової техніки дозволив використовувати на автомобілях генератори змінного струму з напівпровідниковими вбудованими випрямлячами і транзисторними випрямлячами напруги.

З 1925 р. на автомобілях почали встановлювати систему пуску, яка складалася з акумуляторної батареї, електростартера і комутаційної апаратури. Потужність стартера досягала 0,5 кВт, що утруднювала пуск холодного двигуна. Номінальна напруга системи електрообладнання складала 6Вт. Значний крок вперед зробило впровадження напруги системи електрообладнання автомобілів 12Вт. Це дозволило без підвищення габаритних розмірів підвищити потужність стартерів до 1кВт і значно поліпшити пуск. В теперішній час потужність стартерів великовантажних автомобілів складає 10-15 кВт, а ємність акумуляторних батарей 200-240 А·г.

Для освітлення використовувались свічки, керосинові лампи, а потім ацетиленові фари. З початку 1911 р. стали використовувати фари з лампами накаливання. В наш час розроблені і впроваджені чотирихфарні і автоматичні системи освітлення, протитуманні фари, галогенні лампи. В системах освітлення перспективно використовується напівпровідникові світловипромінювальні елементи, рідкі кристали, світловоди.

Для контролю стану і працездатності агрегатів і систем автомобіля використовуються контрольно-вимірювальні прилади, які полегшують роботу водія.

В зв'язку з широким розповсюдженням транзисторів у 1950-1980 рр. розробляються і впроваджуються прилади для автоматизації і керування автомобілем – використовуються антиблокуючі електронні прилади, а також прилади автоматичної підтримки швидкості автомобіля.

У 1980-1990 рр. на зміну одиночним приладам прийшли мікро ЕОМ і мікропроцесори.

У 1990-2000 рр. з'являються комплексні системи керування з силовим агрегатом, інформаційно-діагностичні центри, мультиплексні системи зв'язку, системи попередження зіткнення навігаційні системи, системи забезпечення максимального комфорту для водія.

Розділ 1. Система електроживлення. Акумуляторні батареї

Методичні вказівки

Цей розділ включає дві теми: «Загальні відомості про систему електропостачання» і «Акумуляторні батареї». Дуже важливим є засвоєння основних понять і термінів, таких як «система електропостачання», «акумуляторна батарея», «електроліт», «розряд», «заряд», «електрорушійна сила акумулятора», «внутрішній опір акумуляторної батареї», «ємність акумуляторної батареї», «потужність акумуляторної батареї», «сульфітація пластин», «інверсія пластин» тощо.

1.1 Загальні відомості про систему електропостачання

Система електропостачання призначена для живлення електричної енергії всіх споживачів автомобіля. Вона являє собою сукупність систем генерування і розподілення електроенергії.

Система генерування електроенергії включає в себе джерела електроенергії, обладнання регулювання напруги, захисту, керування і контролю, які забезпечують виробництво електроенергії і підтримки її характеристик в заданих межах на всіх режимах роботи системи.

Система розподілення електроенергії складається з приладів, які передають електроенергію від системи генерування до споживачів.

Основні елементи системи електропостачання – генератор, акумуляторна батарея, генератор напруги і прилади захисту.

Систему електропостачання виконують на постійному струмі і, як правило, по однопровідній схемі. Другим проводом у цьому випадку є металеві частини автомобіля.

Використання однопровідної системи, порівняно з двупровідною, дозволяє зменшити витрати проводів і падіння напруги в лініях, тому що падіння напруги в корпусі машини невелике, і спростити монтаж і експлуатацію мережі. До недоліків однопровідної схеми можна віднести підвищену можливість коротких замкнень.

1.2 Акумуляторні батареї

У системі електрообладнання автомобіля джерелом електричної енергії, яке забезпечує живлення споживачів, коли не працює двигун або коли недостатня потужність, що її розвиває генератор, є акумуляторна батарея.

Основний споживач, який визначає тип і конструкцію акумуляторної батареї, - це стартер. Струм, що він споживає під час пуску двигуна, особливо за низьких температур, досягає кількох сотень амперів. Акумуляторні батареї на автомобілях встановлюють у двигуновому відсіку, кабіні або ззовні.

У будь-якому джерелі енергії відбувається перетворення енергії з одного виду на інший. Свинцевий акумулятор належить до хімічних джерел струму, які перетворюють енергію, що виділяється під час хімічних реакцій, на електричну.

У свинцевому акумуляторі процеси протікають зворотно. Активні речовини, витрачені в процесі реакції, можуть відновлюватися під час пропускання через акумулятор постійного струму від іншого джерела електричної енергії. Процес, під час якого хімічна енергія перетворюється на електричну, називається розрядженням, зворотний процес – зарядженням.

Активні речовини зарядженого акумулятора: діоксид свинцю PbO_2 темно-коричневого кольору на позитивному електроді, губчастий свинець Pb темно-сірого кольору на негативному електроді і водний розчин сірчаної кислоти $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ – електроліт, в якому розміщено електроди. Якщо позитивний та негативний електроди з'єднати між собою споживачем електричної енергії, наприклад, лампочкою (рис. 1.1, а), то через неї (зовнішня ділянка кола) і акумулятор (внутрішня ділянка кола) протікатиме розрядний струм.

Під час розрядження акумулятора активна маса негативного й позитивного електродів перетворюється на сульфат свинцю PbSO_4 . Темно-сірий колір негативного електрода змінюється на світло-сірий, а темно-коричневий позитивного – на світло-коричневий. Оскільки в процесі розрядження на проходження реакції витрачається сірчана кислота й утворюється вода, то густина електроліту поступово зменшується. У процесі зарядження акумулятора (рис. 1.1, б) струм по колу протікає у протилежному напрямі, і матеріал електродів відновлюється. Під час процесу збільшується кількість сірчаної кислоти в електроліті, завдяки чому густина його збільшується.

Після повного відновлення активних речовин позитивного й негативного електродів густина електроліту далі не збільшується. Це є ознакою закінчення зарядження акумулятора.

Наприкінці зарядження розпочинається процес розкладання води на кисень та водень, і на поверхні електроліту виникають бульбашки газу. Цей процес називається «кипінням» електроліту.

Хімічні зміни, які відбуваються під час розрядження-зарядження свинцевого акумулятора, можна описати рівнянням:

$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, де зліва праворуч маємо процес розрядження, а справа ліворуч – зарядження.

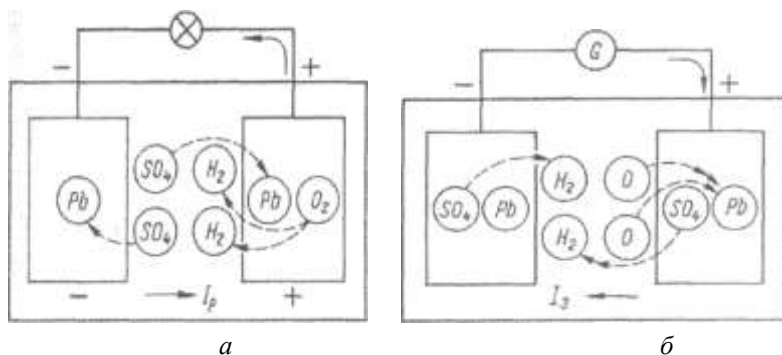


Рис. 1.1 – Схеми процесів, які відбуваються у свинцевому акумуляторі:
а – розрядження; б – зарядження

Акумуляторна батарея складається з послідовно з'єднаних акумуляторів. В автомобілях використовують стартерні акумуляторні батареї з номінальною напругою 6 та 12 В, які складаються відповідно з трьох та шести акумуляторів. Якщо номінальна напруга бортової мережі становить 24 В, зазвичай використовують дві 12-вольтові акумуляторні батареї.

Слід зазначити, що 6-вольтові акумуляторні батареї нині з виробництва знімають.

Акумуляторні батареї (рис. 1.2) випускають в єдиному моноблоці 11, виготовленому з ебоніту, термопласту (наповненого поліетилену), поліпропілену чи з полістиролу.

Ці матеріали забезпечують тепло-, морозо- і кислотостійкість, а також механічну міцність. Моноблок поділено перегородками на комірки. На дні кожної комірки містяться призми 12, які є опорою для електродів та сепараторів і створюють простір, призначений для нагромадження шламу, що утворюється внаслідок спливання активної маси електродів. Це запобігає замиканню шламом різнойменних електродів.

У кожній комірці моноблока вміщено негативні 1 та позитивні 3 електроди, відокремлені сепаратором 2 і зібрані в блок електродів 13. Електроди однієї полярності зварено між собою з певним зазором свинцевим містком 6, до якого приварено борн 4.

Електрод кожної полярності складається з активної маси і ґраток, призначених для струмовідведення й утримування активної маси. Ґратки виливають із свинцевих сплавів, до яких додають 4,5-6,0% сурми для збільшення механічної міцності, та 0,2% миш'яку для підвищення корозійної стійкості. Маса ґраток становить до 50% маси пластини. На ґратки пластин намазується паста, яка виготовляється зі свинцевого порошку та розчину сірчаної кислоти; в пасту для негативних пластин додається розширювач для попередження зменшення губчастого свинцю при експлуатації батареї. Паста після електрохімічної обробки (формування) перетворюється на вископористу активну масу. Після сушки пластин їх збирають у блоки.

Товщина пластин залежить від режиму роботи, терміну служби акумуляторної батареї і становить 1,5-2,0 мм та 2,4-2,6 мм для акумуляторних батарей відповідно легкових та вантажних автомобілів. Пластини мають форму, що наближається до квадратної: ширина і висота – відповідно 143 і 119 або 133,5 мм.

Співвідношення між кількістю позитивних та негативних електродів в одному акумуляторі в різних типах батарей різне. Звичайно, кількість негативних електродів на одиницю більша, ніж позитивних.

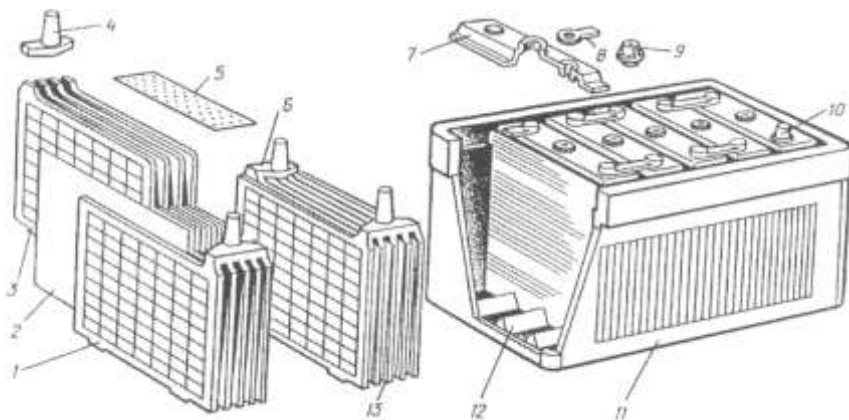


Рис. 1.2 – Стартерна акумуляторна батарея:

- 1- негативна пластина; 2 – сепаратор; 3 – позитивна пластина;
- 4 – борн; 5 – сітка; 6 – місток; 7 – кришка; 8 –перемичка; 9 – пробка;
- 10 – затискач; 11- моноблок; 12 –призма; 13 – блок електродів

Між пластинами в блоках ставлять сепаратори 2 – відокремлювані з кислотостійкого поруватого матеріалу. Вони призначені для запобігання стицканню різнойменних електродів і короткому замиканню між ними. Завдяки великій поруватості та добрій змочуваності сепаратори не перешкоджають вільному доступу електроліту до активної поверхні пластини. Сепаратори батарей виготовляють із міпору, міпласту та поровінілу. Товщина їх становить 1,1; 1,3; 1,5; 1,7; 1,9 мм.

Кришки 7 з ебоніту чи з пластмаси можуть закривати окремі акумуляторні відсіки. На сучасних батареях застосовують єдині кришки, які приварені чи приклеєні до моноблока. Кришки мають отвори для виведення борнів і заливання електроліту. Заливні отвори горловини закривають пробками 9 із вентиляційними отворами. Спеціальні відбивачі в пробках перешкоджають виплескуванню електроліту крізь вентиляційні отвори.

Окремі акумулятори з'єднують у батареї за допомогою перемичок, які можуть мати різну конструкцію. У батареях з індивідуальними кришками перемички розташовані угорі. У випадку застосування спільної кришки (монокришки) перемички розташовують над перегородками моноблока. Укорочені міжелементні з'єднання не тільки зменшують омичний опір, а й дають змогу скоротити витрати свинцю для виготовлення батареї і, отже, її масу. Відстань між верхніми краями пластин і кришкою становить близько 20 мм для компенсації коливальних рівня електроліту та відокремлення його крапель у разі великого газовиділення – «кипіння» – наприкінці заряджання.

Вади, притаманні звичайним акумуляторним батареям (зниження рівня електроліту, прискорена корозія ґраток позитивного електрода, саморозрядження), спричинюються наявністю 4,5-6,0% сурми в сплаві свинцю, що використовується для виготовлення ґраток електродів. Крім того, потрібно періодично перевіряти рівень електроліту, і в разі потреби доливати дистильовану воду.

Цих вад не мають так звані необслуговувані батареї, в яких замінено матеріали ґраток, тобто позитивні електроди виготовляють із свинцю, легованого сурмою до 1,5% і кадмієм до 1,5%, а ґратки негативних електродів – із кальцієво-олов'янистого сплаву, що містить до 0,6-0,9% кальцію та до 0,5-1,0% олова. Чим більше сурми в свинцю, тим швидше при меншій напрузі, що прикладена до електродів, вони нагріваються й відбувається електролітичне розкладання води з виділенням водню та кисню. Тому навіть при нормальній напрузі в мережі електрообладнання автомобіля акумулятор трохи «кипить». Застосування нової технології виготовлення акумуляторних деталей, що не вимагає особливих ливарних якостей, дає змогу зменшити вміст сурми до 2,5-1,5%, а добавка кадмію до 1,5% забезпечує дрібнокристалічну структуру, яка сприяє зменшенню корозії електродів.

У мало- і необслуговуваних батареях не тільки замінено матеріал ґраток, а й зроблено такі конструктивні зміни:

1) позитивні електроди вміщено в сепаратор-конверт, який закритий із трьох боків;

2) блок електродів розміщено на дні моноблока для збільшення кількості електроліту без збільшення габаритних розмірів батареї;

3) товщина електродів не перевищує 1,9 мм, що дало змогу збільшити їх кількість, тобто знизити питомі струми без зміни габаритних розмірів батареї;

4) застосовано сепаратори з меншими питомими опором і товщиною; акумулятори з'єднано через перегородки моноблока; внутрішній опір батареї також зменшується внаслідок того, що питомий опір ґраток із свинцево-кальцієво-олив'янистих, а також малосурм'янистих сплавів менший, ніж ґраток із звичайного свинцево-сурм'янистого сплаву.

Необслуговувані батареї мають такі переваги: кращі пускові якості, збільшений термін служби, поліпшені зарядні характеристики, менше саморозрядження, послаблену корозію позитивних електродів, немає потреби у доливанні води в процесі експлуатації, їх випускають у герметичному вико-

нані. Вони не мають заливних горловин, проте обладнані спеціальним індикатором зарядженості, колір якого змінюється, коли вона досягає певного мінімального рівня. Останнім часом розробляється технологія виготовлення пластин методом напilenня активної маси на пластмасову стрічку, що одночасно є сепаратором. Це призводить до значного зменшення маси акумулятора.

Стартерні акумуляторні батареї маркують згідно з державними стандартами. Перша, цифра маркування (3 або 6) характеризує кількість послідовно з'єднаних акумуляторів у батареї, яка визначає її номінальну напругу (6 або 12 В). Літери СТ означають, що батарея стартерна. Подальші цифри визначають номінальну ємність у 20-годинному режимі розряджання, а літери — матеріал моноблока (Е — ебоніт, Т — термопласт, П — поліетилен), матеріал сепараторів (М — мінпласт, Р — міпор, П — пластипор, С — скловолоконно разом із якимось із сепараторів) і виконання (Н — несухозаряджена, А — зі спільною кришкою, З — батарея залита електролітом і повністю заряджена (необслуговувана)).

1.2.1 Основні характеристики стартерних акумуляторних батарей

До основних характеристик стартерних акумуляторних батарей належать: ЕРС, напруга, внутрішній опір, ємність, потужність, енергія, саморозрядження, термін служби.

Електроорушійною силою акумулятора називають алгебраїчну різницю його електродних потенціалів, якщо зовнішнє коло розімкнене:

$$E_a = \varphi_+ - \varphi_-$$

де φ_+ і φ_- — потенціали позитивного та негативного електродів, коли зовнішнє коло розімкнене (вимірюють за допомогою кадмієвого електрода, вміщеного в електроліт). З практичною метою ЕРС можна визначити вольтметром із великим внутрішнім опором (не менш як 300 Ом на 1 В) чи потенціометром.

ЕРС акумулятора залежить від густини, іноді й від температури, електроліту. Коли густина електроліту однакова в зарядженій і розрядженій батареї, то ЕРС майже однакова. Тому за ЕРС не можна робити висновок про ступінь зарядженості батареї. ЕРС також не залежить від розмірів пластин в акумуляторі.

ЕРС свинцевого акумулятора приблизно можна визначити за емпіричною формулою, В:

$$E_a = 0,84 + \gamma,$$

де γ — густина електроліту за температури + 25 °С, г/см³.

ЕРС батареї, що складається з акумуляторів, з'єднаних послідовно,

$$E_6 = m E.$$

Напруга акумуляторної батареї — найважливіший параметр на практиці. При розряджанні він нижче, ніж ЕРС, а при заряджанні — вище ЕРС внаслідок спаду напруги на внутрішньому активному опорі та електродній поляризації. Напругу акумуляторної батареї визначають за формулами:

$$\begin{aligned} &\text{при зарядженні:} \\ U_z &= E_6 + E_n + I_z R_6; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{при розрядженні:} \\ U_p &= E_6 - E_n - I_p R_6, \end{aligned}$$

де E_6 , E_n — ЕРС акумуляторної батареї та поляризації відповідно; I_z , I_p — струм заряджання та розряджання відповідно; R_6 — внутрішній опір акумуляторної батареї.

Явище зміни потенціалу електродів під час протікання струму називається поляризацією.

Наприкінці заряджання акумуляторної батареї, коли активний матеріал пластин відновиться, зарядний струм починає витрачатися на електроліз води, під час якого на негативному електроді виділяється водень, а на позитивному — кисень (інтенсивне газовиділення). Оскільки електроліз води потребує вищої напруги, ніж відновлення активних матеріалів, і в процесі газовиділення зростає внутрішній опір акумуляторної батареї, то напруга наприкінці заряджання різко підвищується. Зростання напруги заряджання за постійної напруги генератора знижує зарядний струм акумуляторної батареї, а отже, можна дійти висновку про ступінь її зарядженості за показниками амперметра.

Внутрішній опір акумуляторної батареї невеликий (соті й тисячні частки Ома), завдяки чому в стартерних режимах розряджання від батареї можна отримати великі струми з малим спадом напруги.

Внутрішній опір акумуляторної батареї —

$$R_6 = R_0 + E_n / I = R_0 + R_n,$$

де R_0 — омичний опір; E_n — ЕРС поляризації; I — розрядний (зарядний) струм; R_n — опір поляризації акумуляторної батареї.

Опір R_0 складається з опорів пластин, сепараторів, вивідних затискачів міжелементних з'єднань та електроліту. Більшу його частину створює опір електроліту, який залежить від поруватості сепаратора, густини й температури електроліту.

Опір R_n зумовлений зміною електродних потенціалів ϕ_+ та ϕ_- під час проходження струму, залежить від сили струму і не підлягає законові Ома.

Омічний опір акумулятора залежить від площі поверхні ввімкнених паралельно пластин, відстані між ними, густини і температури електроліту, сили розрядного й зарядного струмів, ступеня розрядженості акумулятора. Мінімальний опір має електроліт густиною 1,23-1,3 г/см³ при температурі +15 °С, що зумовило вибір цих значень густини для електроліту стартерних акумуляторних батарей. Із зниженням температури питомий опір електроліту набагато зростає і при температурі -40 °С стає приблизно у 8 разів більший, ніж при температурі +30 °С.

У процесі заряджання та розряджання акумулятора його внутрішній опір змінюється внаслідок зміни густини електроліту та хімічного складу активної маси пластин.

Із збільшенням ступеня розрядженості акумулятора його внутрішній опір збільшується внаслідок зменшення густини електроліту та утворення на пластинах сульфату свинцю, питомий опір якого значно більший, ніж опір губчастого свинцю та діоксиду свинцю. Так, питомий опір РЬ становить $1,83 \cdot 10^{-6}$ Ом • м, опір РЬО₂ - $74 \cdot 10^{-6}$ Ом • м, а питомий опір РЬSO₄ - 10^5 Ом • м. Під час розряджання акумулятора стартерними струмами ($I_p = (2...5) C_{20}$) його опір різко зростає через значне зменшення густини електроліту в порах пластин. Під час заряджання акумулятора його внутрішній опір зменшується.

Опір батареї під час розряджання й заряджання можна визначити за формулами:

$$R_{\text{ор}} = \frac{E_6 - E_n - U_p}{I_p};$$

$$R_{\text{оз}} = \frac{U_3 - E_6 - E_n}{I_3},$$

де I_p , I_3 – розрядний і зарядний струм відповідно; U_p , U_3 – напруга під час розряджання та заряджання на полюсних виводах батареї відповідно; E_6 – ЕРС батареї.

Чим вища номінальна напруга акумуляторної батареї, тим більший внутрішній опір вона має. З підвищенням ємності батареї її внутрішній опір спадає.

Ємністю акумуляторної батареї називають кількість електроенергії, яку вона віддає під час розряджання до певної напруги. Чим більша сила розрядного струму й нижча температура електроліту, тим менша напруга, до якої може розряджатися акумуляторна батарея.

В експлуатації ємність залежить від сили розрядного струму, температури, режиму розряджання (переривчастий чи безперервний), ступеня зарядженості й спрацьованості акумуляторної батареї. Ємність акумуляторної

батареї у процесі його роботи змінюється. У початковий період (до 10-20 тис. км пробігу автомобіля) внаслідок триваючого формування пластин та збільшення їхньої поруватості ємність акумуляторної батареї може навіть перевищити номінальну. Потім вона певний час не змінюватиметься, а далі спадатиме внаслідок розпушення та сповзання активної маси і корозії позитивних пластин, а також зменшення поруватості негативних пластин. Зміна ємності батареї залежить від інтенсивності експлуатації, регулювання регулятора напруги, ступеня вібрації та трясіння місць встановлення батареї, можливого перезаряджання й глибини циклювання під час заряджання й розряджання. Закінченням служби батареї вважають момент, коли тривалість стартерного розряджання струмом $I = 3C_{20}$ при температурі $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ зменшується до 1,5 хв із напругою наприкінці розряджання 9,0 В (для батарей на 12 В).

Потужність акумуляторної батареї – кількість енергії, що її вона віддає за одиницю часу. Потужність батареї під час розряджання –

$$P_p = U_p I_p = I_p^2 R_n = E_6 I_p - I_p^2 R_6$$

де R_n , R_6 – опори зовнішнього навантаження і батареї відповідно; U_p , I_p – напруга і струм батареї під час розряджання відповідно.

Енергію акумулятора визначає добуток розрядної (зарядної) ємності на середню розрядну (зарядну) напругу, Вт • год:

$$W_p = C_p U_p; \quad W_z = C_z U_z;$$

де C_p , C_z – ємності під час розряджання й заряджання відповідно; $A \cdot \text{год}$, U_p , U_z – середні значення розрядної та зарядної напруг відповідно, В.

Оскільки із зміною температури та режиму розряджання змінюється не тільки ємність, а й розрядна напруга, то із зниженням температури й збільшенням сили розрядного струму енергія акумулятора зменшується відчутніше, ніж ємність.

1.2.2 Несправності акумуляторних батарей

Корозія ґраток позитивних електродів. У процесі експлуатації ґратки позитивного електрода, які складаються із свинцю з різними домішками (сурма, кальцій, срібло, арсен), окислюються й втрачають механічну міцність. Процес корозії прискорюється із зниженням температури електроліту, густини зарядного струму та інших умов, які сприяють виділенню кисню (наприклад, унаслідок електролітичного розкладання води під час перезаряджання). З огляду на довговічність, акумуляторну батарею бажано експлуатувати з високою густиною електроліту, невисоким ступенем розрядженості. Проте із зниженням температури та підвищенням густини електроліту зростає швидкість руйнування активної маси на електродах. Тому експериментальне визначено деякі середні густини електроліту для різних кліматичних районів, граничні температури електроліту, за яких припустима експлуатація, та інше.

Із корозією ґраток позитивних пластин тісно пов'язане явище деформації (зростання) цих ґраток. Деформація ґраток виявляється в тому, що протягом терміну служби поступово збільшуються їхні лінійні розміри. Причиною цього є, з одного боку, набрякання активної маси, а з другого - утворення внаслідок корозії окисної плівки на жилках. Це пояснюється тим, що об'єм плівки PbO_2 значно більший за об'єм свинцю, із якого вона утворюється, внаслідок чого жилки ґраток позитивних електродів розриваються.

Обпливання активної маси позитивних електродів. Суть цього явища полягає у відпаданні від електродів найдрібніших кристалів та зерен PbO_2 , (розміром менш як 0,1 мм). Дослідження засвідчили, що на обпливання впливають здебільшого густина струму та концентрація електроліту під час розряджання. Наприклад, збільшення густини електроліту приблизно на $0,2 \text{ г/см}^3$ зменшує термін служби активної маси в 8-10 разів, а підвищення густини зарядного струму з 0,65 до $1,8 \text{ А/дм}^2$ знижує цей показник майже на 50%. На обпливання активної маси дуже впливає також температура електроліту.

Короблення електродів. Цей процес спричинюють, здебільшого, перегрівання батареї та розрядні струми великої густини. Він виявляється в поздовжньому прогинанні електродів (із стрілою прогину до 3-4 мм).

Проростання сепараторів і коротке замикання. Набрякання активної маси позитивних електродів та її обпливання є причинами до шкідливих наслідків. Часто набрякла активна маса заповнює найбільші за діаметром пори сепараторів, і в них утворюються наскрізні містки, внаслідок чого виникає часткове замикання електродів і різко збільшується саморозрядження батарей.

Найчастіше це явище виникає в сепараторах, виготовлених із міплас-ту, які мають пори з великим діаметром (до 30 мкм). Обпливаючи, активна маса поступово може заповнити вільний простір між опорними призмами в моноблоці й замкнути різної полярності між собою. Нарешті, внаслідок тря-сіння й вібрації під час руху автомобіля окремі частинки обпливної активної маси осідають на нижніх та бічних краях електродів, утворюючи свинцеву губку. В міру наростання її шару утворюватимуться містки між електродами з різною полярністю, які спричинюватимуть коротке замикання всередині акумулятора.

Необоротна сульфатація. Під необоротною сульфатацією електродів розуміють такий їхній стан, коли вони не заряджаються під час пропускання нормального зарядного струму протягом визначеного інтервалу часу. Проявом цього явища на негативному електроді є наявність на його поверхні суцільного шару сульфату свинцю, активний матеріал таких електродів твердий і піщаний.

Внаслідок сульфатації електроди втрачають свою ємність і акумулятор стає нероботоздатним. Необоротну сульфатацію може спричинити неповне формування електродів, велике саморозрядження під дією різних домішок чи коротких замикань, систематичні недозарядження батарей, тривале перебування батарей у незарядженому стані, зниження рівня електроліту відносно верхніх окрайків електродів.

Схожі на необоротну сульфатацію явища можуть також виникати внаслідок наявності в електроліті домішок, які, осідаючи на електроди, зменшують площу їхньої робочої поверхні і перешкоджають перебігові основної струмоутворювальної реакції.

Саморозрядження. Причинами цього явища є засмічення активної маси домішками, які утворюють місцеві електронні пари, виникнення між електродами замикань із великим опором (наприклад, під час проростання сепараторів) і забруднення акумуляторної батареї. У процесі експлуатації батарей наявне природне збільшення саморозрядження через утворення внутрішніх електричних кіл. Ці процеси можна трохи затримати, уникаючи застосування брудного чи некіслотостійкого посуду та використання тільки дистильованої води.

1.2.3 Технічне обслуговування акумуляторних батарей

Технічне обслуговування (ТО) акумуляторних батарей проводиться з періодичністю ТО всього автомобіля: через кожні 3-4 тис. км пробігу виконують роботи, що належать до номенклатури робіт Т0-1, а через кожні 12-14 тис. км – роботи Т0-2 для акумуляторних батарей.

Під час Т0-1 акумуляторну батарею очищують від пилу й бруду, а електроліт, наявний на її поверхні, витирають сухою ганчіркою, змоченою 10%-м розчином кальцинованої соди чи нашатирного спирту. Перевіряють надійність кріплення батареї, окислені наконечники й виводи зачищають, знімаючи мінімальний шар металу, бо інакше не можна буде надійно їх з'єднати. Слід також урахувати, що проводи не повинні мати великий натяг, оскільки можуть поламатися виводи чи кришки акумуляторів. Наконечники проводів і виводи батарей доцільно змазувати технічним вазеліном. Під час Т0-1 автомобіля перевіряють і, в разі потреби доводять до нормального рівня електроліт — 10-15 мм вище запобіжного щитка (рис. 1.3). Рівень електроліту вимірюють скляною трубкою діаметром 5-8 мм, яку занурюють до упору в запобіжний щиток, потім загулюють зверху пальцем і піднімають. Якщо рівень електроліту нижчий від нормального, то в акумулятори доливають дис-

тильовану воду, а коли вищий, то електроліт забирають гумовою грушею, щоб він не розплюскався під час експлуатації автомобіля.

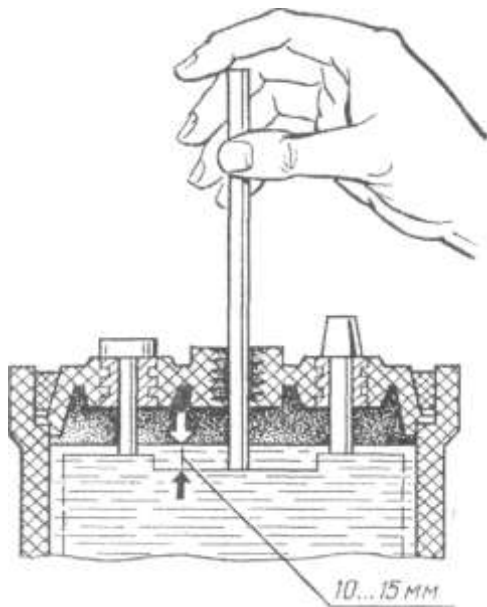


Рис. 1.3 – Схема перевірки рівня електроліту

В воду в акумулятори доливають безпосередньо перед запусканням двигуна або під час його роботи, бо інакше вона може замерзнути або може прискоритися саморозрядження через різні густини електроліту у верхній та нижній частинах акумулятора.

Не можна доливати в акумулятори електроліт – це може призвести до підвищення його густини. Це роблять тільки тоді, коли він витікає.

Надмірно швидке зниження рівня електроліту є ознакою перезарядження батареї, коли зарядний струм протікає крізь повністю заряджену батарею. Перезарядження шкідливе для батареї, оскільки зменшує термін їхньої служби. Під час ТО-2 крім перелічених робіт додатково перевіряють ступень зарядженості акумуляторної батареї за густиною електроліту (до доливання води) і робото здатність батареї за напругою акумуляторів під навантаженням.

Густину електроліту в кожному акумуляторі вимірюють денсиметром або густиноміром.

Припустиме відхилення густини електроліту в акумуляторах однієї батареї – не більш як $0,01 \text{ г/см}^3$. Якщо воно більше батарею потрібно зарядити. Здобуті результати слід перевіряти за даними таблиці 1, урахувавши температурну поправку, якщо вимірювали при температурі, відмінній від $+25^\circ\text{C}$.

Таблиця 1 – Густина електроліту в акумуляторних батареях

Кліматична зона і середньомісячна температура повітря в січні, °С	Пора року	Густина електроліту, зведена до 4-25 °С, г/см ³	
		заливного	заряджено-
Дуже холодна (від -50 до -30)	Зима	1,29	1,31
	Літо	1,25	1,27
Холодна (від -30 до -15)	Цілий рік	1,27	1,29
Помірна (від -15 до -8)	—//—	1,25	1,27
Жарка (від -15 до +4)	—//—	1,22	1,24
Тепла волога (від 0 до +4)	—//—	1,20	1,22

Ступінь розрідженості батареї визначають за ступенем розрядженості акумулятора, який має найнижчу густину електроліту. Батареї, які мають ступені розрідженості 25% взимку або 50% влітку, потрібно знімати з автомобіля і заряджувати.

Напругу кожного акумулятора під навантаженням, яке наближається до стартерного, вимірюють акумуляторним пробником Е-108 або навантажувальною вилкою ЛЕ-2.

Обслуговування та ремонт акумуляторних батарей в акумуляторних цехах АТП проводять спеціально підготовлені люди, тобто акумуляторними.

1.2.4 Методи зарядження акумуляторних батарей

Під час експлуатації акумуляторної батареї можна заряджати від будь-якого джерела постійного струму за умови, що його напруга буде більшою за напругу зарядженої акумуляторної батареї. Для зарядження позитивний полюс джерела струму потрібно з'єднати з позитивним полюсом заряджуваної батареї, а негативний – із негативною.

Для будь-якого моменту зарядження силу струму можна визначити за формулою:

$$I = \frac{U_{дж} - U_б}{R},$$

де $U_{дж}$ – напруга джерела струму, В; де $U_б$ – напруга батареї в момент зарядження, В; R – загальний опір зарядного кола, Ом.

З цієї формули випливає, що коли напруги зарядного пристрою і батареї однакові, то зарядний струм дорівнюватиме нулю, коли напруга батареї менша, ніж напруга зарядного пристрою, зарядний струм більший від нуля; в іншому разі, тобто коли напруга батареї більша за напругу зарядного пристрою, струм змінює напрям і батарея розряджається.

Залежно від системи регулювання процес зарядження можна здійснити різними методами. У випадку зарядження при постійному струмі батареї з однаковою ємністю з'єднують послідовно в групи. Кожну з них вмикають до зарядної мережі в групі (рис. 1.4). Кожну з них вмикають до зарядної мережі. Оскільки під час зарядження ЕРС батареї зростає, то для підтримки сталості зарядного струму потрібно збільшувати напругу на затискачах батареї. Цього досягають вмикаючи в кожну групу послідовно регулювальний реостат, або змінюючи напругу.

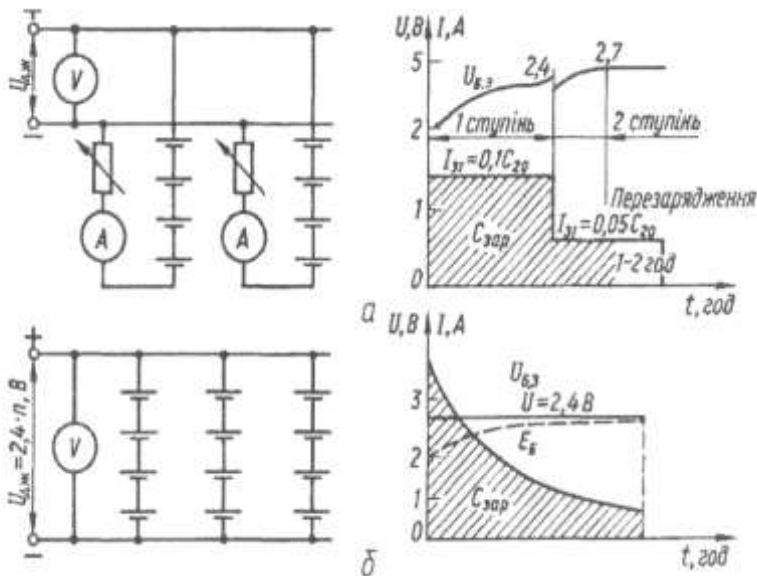


Рис. 1.4 – Методи зарядження акумуляторних батарей за постійних струму (а) та напруги (б)

До групи потрібно вводити максимальну кількість батарей, щоб зменшити втрати енергії в реостаті. Зарядження відбувається двома ступенями. На початку електролізу води, тобто коли напруга на акумуляторі досягатиме 2,4 В, зарядний струм знижуватиметься. Якщо напруга на акумуляторі досягатиме 2,7 В (16,2 В на 12 В батарею), то зарядження триватиме ще 1-2 години; в цьому разі можна забезпечити 100%-е зарядження нової батареї. Коли цим методом заряджають експлуатовану батарею, то зарядження припиняють після досягнення напруги 2,7 В на акумуляторі.

У випадку зарядження методом постійної напруги (рис. 1.4) батареї чи групи до джерела живлення вмикають паралельно. Зарядну напругу підтримують постійною в межах 2,35-2,40 В на акумулятор. За цієї напруги на початку газоутворення зарядний струм матиме значення, яке не є небезпечним для руйнування активної маси пластин.

Цей метод доцільно застосовувати для під заряджання батарей, які перебувають в експлуатації. Його перевага – немає потреби контролювати силу зарядного струму.

У випадку зарядження акумуляторних батарей методом прискорювального зарядження сила струму відповідає 70% номінальної ємності. Чим більша сила струму, тим менший час зарядження.

У процесі форсованого зарядження потрібно контролювати температуру електроліту і при досягненні 45 °С припинити подальше зарядження. Слід зауважити, що цей метод застосовують як виняток, бо, коли його систематично повторювати для однієї і тієї самої батареї, термін її служби помітно зменшиться.

Зрівняльне зарядження проводять при постійній силі струму, що відповідає 10% номінальної ємності, так само, як і заряджання при постійному струмі, але протягом тривалішого часу, ніж звичайно. Його мета - забезпечити в акумуляторній батареї повне відновлення активних мас на всіх електродах акумуляторів. Зрівняльне зарядження нейтралізує вплив глибоких розряджень на негативні електроди, тому рекомендують як засіб для усунення сульфатації пластин. Заряд триває доти, доки в усіх акумуляторах не буде наявна сталість густини електроліту та напруги протягом трьох годин.

Питання для перевірки знань

- 1 Як перевірити стан свинцево-кислотного акумулятора?
- 2 Як приготувати електроліт для свинцево-кислотних акумуляторів?
- 3 Як підготувати свинцево-кислотну акумуляторну батарею до експлуатації?
- 4 Поясніть порядок зберігання свинцево-кислотних акумуляторних батарей.
- 5 Назвіть правила догляду за акумуляторною батареєю, встановленою на автомобілі.
- 6 Які несправності мають свинцево-кислотні акумуляторні батареї та від чого вони виникають?
- 7 Як визначити полярність джерела постійного струму?
- 8 Яку напругу випрямленого струму треба мати на зарядній установці і чому?
- 9 Поясніть будову селенового випрямляча і кремнієвого діоду.
- 10 Як увімкнути акумуляторну батарею на заряд якщо відомі потужність випрямляча, напруга і величина випрямленого струму і тип акумуляторної батареї?

Література

4 – ст. 9-24; 15 – ст. 5-34; 23 – ст. 5-26; 24 – ст. 54-72.

Розділ 2. Генератори

Методичні вказівки

Цей розділ включає одну тему: «Генератори». Дуже важливим є засвоєння основних понять і термінів, таких як «генератор», «випрямляч генератора», «характеристика холостого ходу», «швидкісна характеристика», «швидкісна регульовальна характеристика», «зовнішня характеристика», «струму швидкісна характеристика» тощо.

2.1 Загальні зведення про генераторні установки

Генератор – основне джерело електроенергії на автомобілі, що забезпечує живлення споживачів та зарядження акумуляторної батареї під час роботи двигуна.

До генераторів висуваються такі вимоги: довговічність та надійність в експлуатації; малі габаритні розміри, маса та вартість; велика питома потужність, можливість забезпечення заряджання акумуляторних батарей за малої частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу.

Тривалий час застосовувався генератор постійного струму. В цьому генераторі напруга знімається з обертового якоря, а струм випрямляється колектором, що пов'язано з іскрінням і спрацюванням колектора та щіток. Зі зростанням потужності та кількості споживачів електроенергії на автомобілі розміри та маса генераторів постійного струму збільшуватимуться, а розміщення їх на двигунах ускладнюватиметься.

Застосування генераторів змінного струму сприяє зниженню ємності акумуляторної, батареї за рахунок поліпшення її зарядного режиму. Перевагами генераторів змінного струму є також зменшення витрат міді в 2,5...3 рази та спрощення конструкції регулятора. Зменшення кількості розрядно-зарядних циклів батареї за рахунок зменшення її розряду на режимі холостого ходу позитивно відбивається на продовженні терміну служби акумуляторної батареї.

Генераторна установка змінного струму комплектується з випрямлячем, а тому не потребує реле зворотного струму. До того ж, оскільки їй власне самообмеження, то не потрібне і реле обмеження струму.

Ресурс, генераторів змінного струму в 2...3 рази більший, ніж у генераторів постійного струму, і сягає 200...300 тис. км пробігу автомобіля.

Нині випускають два типи генераторів змінного струму: з контактними кільцями й щітками і безконтактні індукторні.

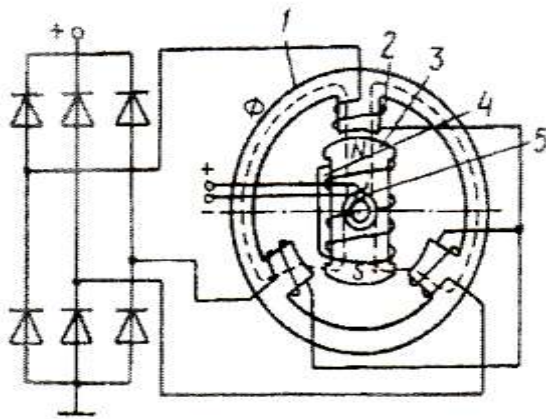


Рис. 2.1 – Схема автомобільного генератора змінного струму:
 1 – статор; 2 – обмотка статора; 3 – полюс ротора;
 4 – обмотка збудження; 5 – щітки

Принцип дії генератора змінного струму ґрунтується на явищах електромагнітної індукції, відкритих М. Фарадеєм. Магнітний потік у генераторі (рис. 2.1) створюється обмоткою збудження під час протікання в ній постійного електричного струму. Магнітний потік із полюса S, перетинаючи повітряний зазор, пронизує зубець ротора, статор і, вдруге перегинаючи повітряний зазор, досягає полюса N. Цей шлях на рис. 2.1 позначено штриховою лінією.

Під час обертання ротора під кожним зубцем статора проходить напеременно то північний то південний полюс ротора. Магнітний потік протікає через зубці статора, змінюється за величиною й напрямом і перетинає провідники трифазної обмотки, закладеної в пази між зубцями.

2.2 Трифазний випрямляч генератора

Характер зміни ЕРС у проводах обмотки статора залежить від кривої розподілу магнітної індукції в зазорі, що визначається формою полюса. Форма полюса, як правило, робиться такою, щоб форма ЕРС наближалась до синусоїди. Розглядаючи процес випрямлення, можна оперувати напругами фаз:

$$\begin{aligned} U_A &= U_m \sin \omega t; \\ U_B &= U_m \sin \left(\omega t - \frac{2}{3} \pi \right); \\ U_C &= U_m \sin \left(\omega t + \frac{2}{3} \pi \right), \end{aligned}$$

де U_m – максимальне значення фазної напруги; ω – кутова частота обертання.

Змінний струм генератора перетворюється на постійний за допомогою випрямляча, який має шість діодів (рис. 2.2. а), що створюють трифазну

мостову схему. Перша група – це діоди VD1, VD3 і VD5, катоди яких з'єднані між собою, створюють позитивний полюс випрямленої напруги, друга група – діоди VD2, VD4 і VD6, аноди яких з'єднані між собою створюють негативний полюс випрямленої напруги.

У кожний момент часу працюють два діоди – по одному з кожної групи. В першій групі струм проводить той діод, анод якого перебуває під найбільшим потенціалом; у другій групі струм проводить діод, катод якого перебуває під найменшим потенціалом.

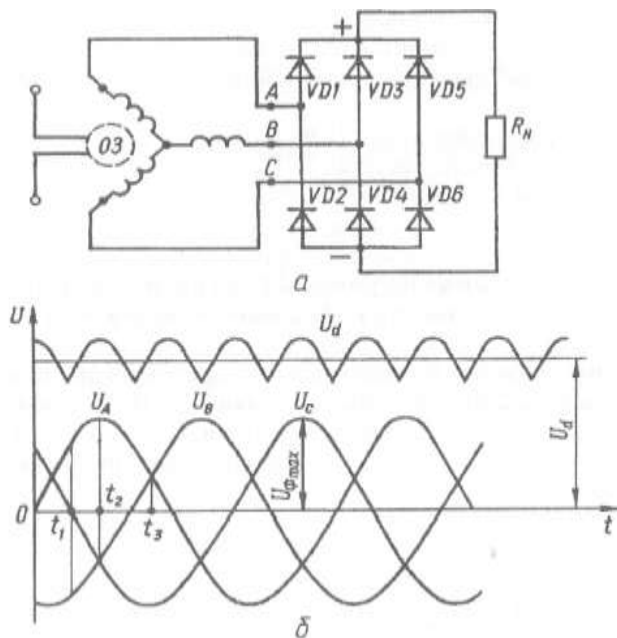


Рис. 2.2 – Трифазний випрямляч генератора: а – схема генераторної установки; б – графік зміни напруги щодо часу

2.3 Пристрій генераторів змінного струму

Типовий генератор змінного струму з електромагнітним збудженням моделі 37.3701 встановлено на автомобілях Волзького автомобільного заводу ВАЗ-21083, ВАЗ-21093 та інших перспективних моделях (рис. 2.3). Номінальна напруга 14 В, потужність — 750 Вт, номінальний струм — 55 А, термін служби — 125 тис. км пробігу автомобіля.

Генератор складається зі статора 21, ротора 8, кришки з боку контактних кілець 1, випрямного блока 2 і шків з вентилятором 15. Пакет статора зібрано з пластин електротехнічної сталі, завтовшки 1 мм, з'єднаних зварю-

ванням у чотирьох точках. Трифазну обмотку статора 22 розміщено в пазах напівзакритої форми. Обмотка триплощинна, двошарова; фазові обмотки з'єднано подвійною зіркою. Кількість витків у фазі становить 54, діаметр проводу фази — 1,0 мм, опір фази в холодному стані — 0,155 Ом.

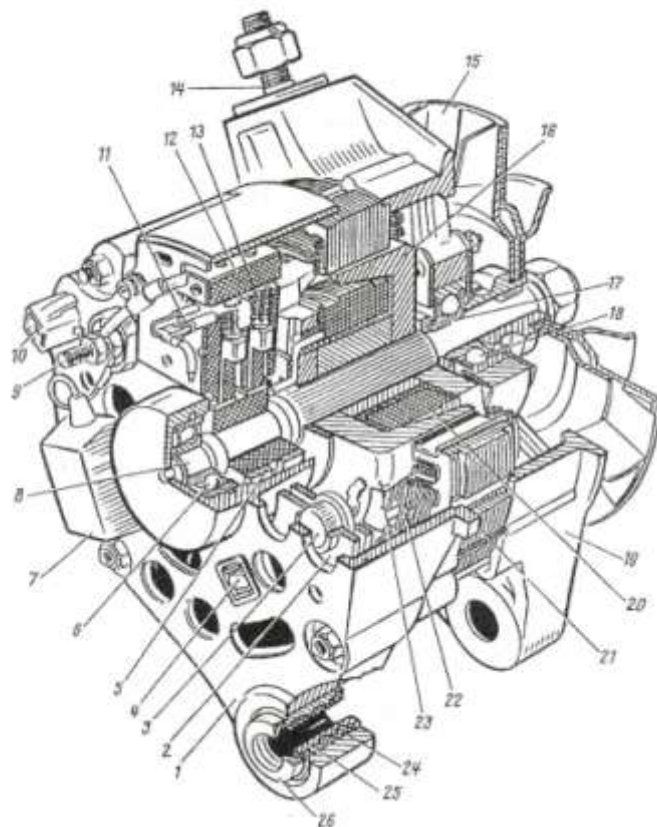


Рис. 2.3 – Схема генератора 37.3701:

1 – кришка з боку контактних кілець; 2 – випрямний блок; 3, 4 – вентиль і гвинт кріплення відповідно; 5 – контактне кільце; 6 – задній кульковий підшипник; 7 – конденсатор; 8 – вал ротора; 9, 10 – виводи „30” і „61” генератора; 11 – вивід „В” регулятора напруги; 12 – регулятор напруги; 13 – щітка; 14 – шпилька кріплення генератора до натяжної планки; 15 – шків із вентилятором; 16, 23 – полюсні наконечники ротора; 17 – дистанційна втулка; 18 – передній кульковий підшипник; 19 – кришка з боку приводу; 20, 22 – обмотки ротора і статора відповідно; 21 – статор; 24, 26 – буферна і підтиска втулки відповідно; 25 – втулка

Ротор містить вал 8, обмотку збудження 20, дзобоподібні полюси 16 і 23 та контактні кільця 5. Обмотку збудження ізольовано від полюсів пластмасовим каркасом, а її кінці припаяно до контактних кілець і виведено на затискач 11. Щоб запобігти прокручуванню й міжвитковому замиканню, обмотку слід просочити лаком, а зібраний ротор для зниження вібрації треба збалансувати у двох площинах. Динамічний дисбаланс у кожній площині не перевищує 4 г·см. Обмотка у холодному етапі має опір 2,6 Ом.

У кришках генератора 1 і 19, що виліті з алюмінієвого сплаву, розміщено кулькові підшипники 6 і 18, а для запобігання прокручуванню зовнішньої обійми кулькового підшипника в рівчаку кришки з боку контактних кілець поставлено гумове кільце. Кришки мають вентиляційне вікно. З боку приводу кришку обладнано сталеву шпилькою 14 кріплення зовнішньої планки, генератора й армованою сталеву втулкою 25 у кріпильній лапі генератора.

У кріпильній далі генератора з боку контактних кілець розміщено армовану втулку 26, яка запобігає утворенню осьового зазору під час закріплення генератора на двигуні. На кришці з боку контактних кілець розміщено щіткотримач із двома щітками 13, конструктивно з'єднаний з інтегральним регулятором напруги 12, випрямний блок 2 із трьома додатковими діодами для живлення обмотки збудження та забезпечення контролю за роботою генератора й заряджанням акумуляторної батареї, шумоприглушувальний конденсатор 7 ємністю 2,2 мкФ.

Протягну вентиляцію генератора забезпечує відцентровий вентилятор 15, закріплений на валу ротора за допомогою сегментної шпонки.

Крім генератора 37.3701, на автомобілях ВАЗ застосовуються генератори Г221А та Г 222, у яких немає випрямляча для живлення обмотки збудження. Генератор Г221А також немає вмонтованого інтегрального регулятора напруги, а тому в ньому передбачено вивід «67» обмотки збудження для увімкнення до регулятора.

Застосування генератора Г221А-006 на автомобілі «Нива» має ту особливість, що на його кришку з боку контактних кілець кріпиться забірник повітря, який забезпечує попадання у генератор чистого повітря. При цьому подовжено силовий вивід „+” генератора, що переносить його за забірник повітря.

На сьогодні генератор 37.3701 замінив найпоширеніший генератор Г250, що тривалий час застосовувався на різних легкових та вантажних автомобілях. Проте в генераторах Г250 немає вмонтованого інтегрального регулятора напруги.

Інші типи вентильних генераторів мають конструкцію, аналогічну розглянутій вище, і відрізняються від неї, як правило, габаритними розмірами або конфігурацією окремих вузлів. Виняток становлять генератори Г502 та Г263А. Генератор Г502А (рис. 2.4) вмонтований у середину вентиляційної системи двигуна автомобіля «Запорожець». На одному кінці вала закріплено ротор вентилятора, на іншому – приводний шків.

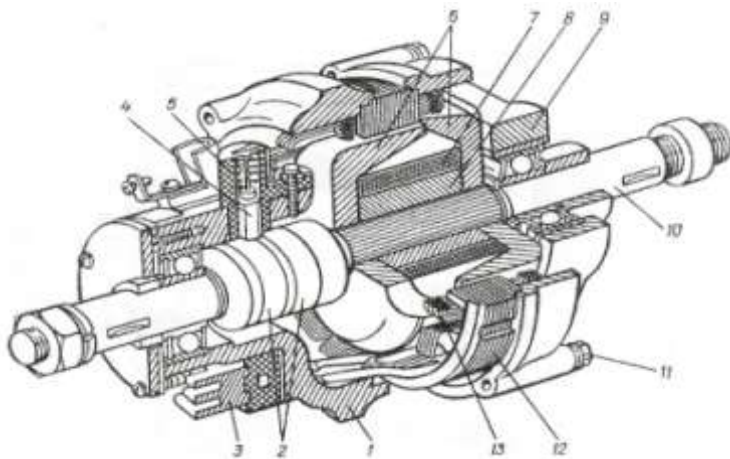


Рис. 2.4 – Генератор Г502А:

- 1, 9 – кришки; 2 – контактні кільця; 3 – випрямний блок;
- 4 – щітки; 5 – щіткотримач; 6 – дзьобоподібні полюсні половинки ротора; 7 – обмотка збудження; 8 – втулка; 10 – вал;
- 11 – стяжний болт; 12 – магніто провід; 13 – обмотка статора

Через специфіку розташування кришки генератора не мають кріпильних лап та натяжного вушка. Генератор кріпиться до вентиляційного пристрою задньою кришкою. Кільця на щітковий вузол генератора Г502А, а також випрямляч ВБГ-2А розміщені ззовні.

Генератор Г263А (рис. 2.5) кріпиться хомутом до подушки двигуна автомобілів БелАЗ, а тому також не має кріпильних лап та натяжного вушка. Його приведення відбувається через муфту. Підвищена вихідна потужність спричинила застосування двох випрямлячів БПВ8-100, увімкнених паралельно. Один із них розміщено всередині генератора, а другий так само, як у генератора Г502А – разом із щітковим вузлом ззовні.

Представником індукторних генераторів з укороченими полюсами, які нині випускає промисловість, є генератор 49.3701 (рис. 2.6). Його потужність становить 630 Вт, ресурс – 400 тис. км пробігу автомобіля. Це однойменна полюсна семифазна індукторна машина з однобічним електромагнітним збудженням. Обмотка збудження такого генератора міститься в каркасі з алюмінієвого сплаву і кріпиться на статорі. Дзьоби ротора вкорочені так, що між ними: можуть проходити елементи кріплення каркаса обмотки збудження. При цьому одна полюсна половина кріпиться до втулки ротора гвинтами.

Безконтактні індукторні генератори із укороченими дзьобами прості за конструкцією, технологічні. Ротори мають мале розсіяння.

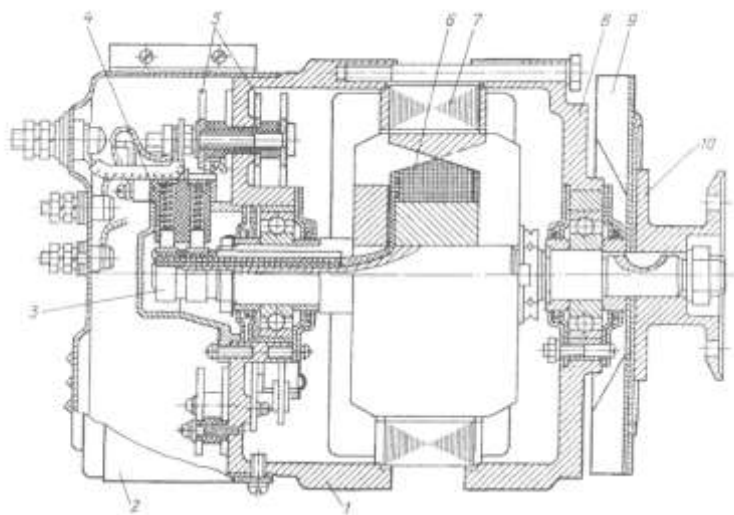


Рис. 2.5 – Генератор Г263А:

1, 8 – кришки; 2 – кожух захисний; 3 – контактні кільця;
4 – щікотримач із щітками; 5 – випрямний блок; 6 – обмотка збудження; 7 – магнітопровід статора; 9 – вентилятор;
10 – муфта приводу

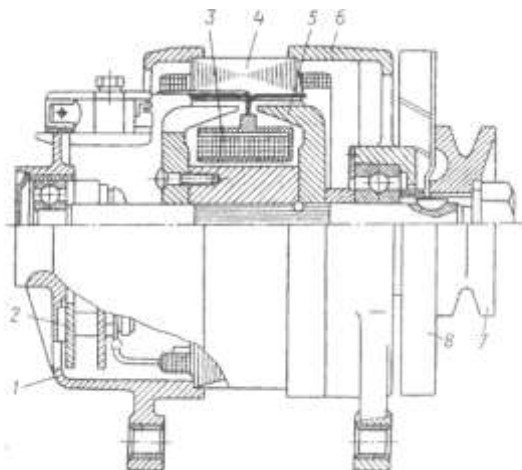


Рис. 2.6 – Генератор 49.3701:

1, 6 – кришки; 2 – випрямний блок; 3 – вузол обмотки збудження; 4 – статор; 5 – ротор; 7 – шків; 8 – вентилятор

До вад належить дещо більше, ніж у контактних генераторах, маса за тієї ж самої потужності. Важко кріпити обмотку збудження, зменшується її жорсткість та міцність.

2.4 Технічні та електричні характеристики генераторів

Основними технічними характеристиками генераторів є напруга, частота обертання ротора та потужність або сила струму при заданій напрузі.

Як правило, автомобілі з бензиновими двигунами мають генератори з номінальною напругою 14 В, а автомобілі з дизельними двигунами генератори з напругою 28 В. Електричні характеристики генераторів змінного струму характеризують їхні якості і являють собою залежність будь-якого параметра від іншого, якщо решта незмінні.

Характеристика холостого ходу (рис. 2.7) – це залежність ЕРС генератора від струму збудження $E = f(I_3)$, при $n = \text{const}$; $I_n = 0$. За цією характеристикою визначається початкова частота обертання ротора генератора, при якій напруга генератора досягає розрахункового значення.

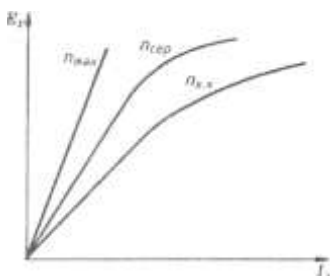


Рис. 2.7 – Характеристика холостого ходу

Швидкісна характеристика – це залежність ЕРС генератора від частоти обертання його ротора (рис. 2.8). ЕРС генератора змінюється пропорційно частоті обертання ротора:

$$E_r = c \Phi n,$$

де c – конструктивна стала величина; n – частота обертання ротора.

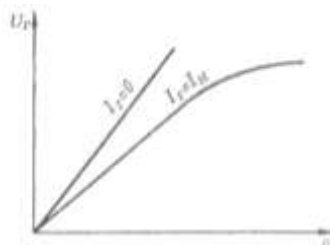


Рис. 2.8 – Швидкісна характеристика

Швидкісна регулювальна характеристика – це залежність струму збудження від частоти обертання ротора (рис. 2.9).

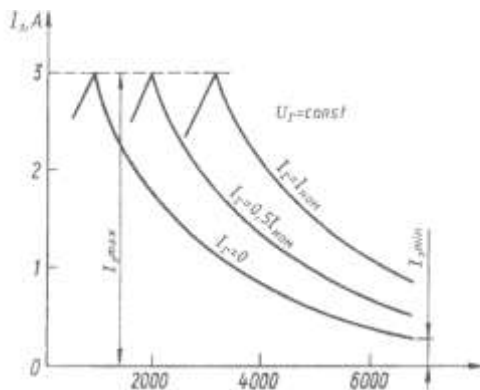


Рис. 2.9 – Швидкісна регулювальна характеристика

Оскільки автомобільним генераторам, надається рух двигунами внутрішнього згоряння, то частота обертання їхніх колінчастих валів змінюється в широкому діапазоні. Швидкісна регулювальна характеристика показує, яким чином потрібно міняти струм збудження генератора, щоб напруга генератора залишалась незмінною при зміні частоти обертання ротора генератора.

Зовнішня характеристика (рис. 2.10)- це залежність напруги генератора від струму навантаження при постійній частоті обертання і визначеному значенні струму збудження.

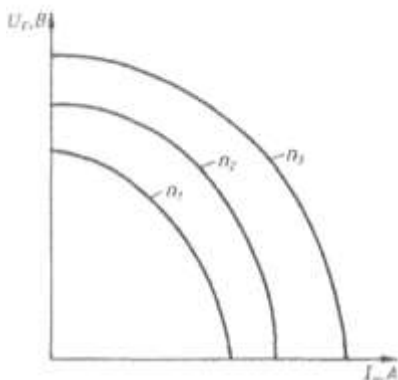


Рис. 2.10 – Зовнішня характеристика

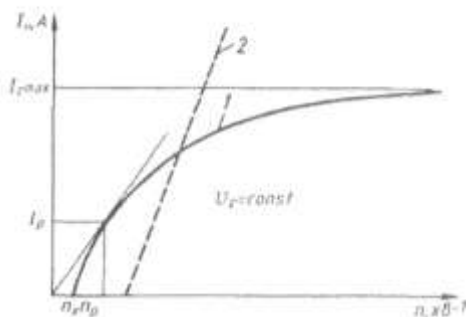


Рис. 2.11 – Струмшвидкісна характеристика генераторів:
1 – змінного струму; 2 – постійного струму

Зниження напруги при збільшенні навантаження на генератор відбувається через спад напруги в активному та індуктивному опорі обмоток статора, розмагнічувальної дії реакції якоря, а також внаслідок спаду напруги у випрямленому колі.

Струмошвидкісна характеристика (рис. 2.11) – це залежність струму навантаження генератора від частоти обертання його якоря.

Генераторам змінного струму властиві якості самообмеження максимальної сили струму навантаження, що запобігає нагріванню обмотки статора та діодів, а тому виключає потребу встановлення обмежувача струму.

Зі збільшенням сили струму навантаження збільшуватиметься магнітний потік статора, а внаслідок протидії магнітному потоку ротора (збудження) результуючий магнітний потік зменшуватиметься, що призводить до зниження ЕРС. Крім того, збільшення частоти обертання ротора супроводжується підвищенням частоти струму в котушках обмотки статора, що сприяє збільшенню індуктивного опору обмотки.

2.5 Експлуатація генераторів та їхні основні несправності

Генератори змінного струму призначені для роботи тільки в схемі електрообладнання автомобіля з приєднанням мінусового полюса акумуляторної батареї на масу.

Заборонено роботу генератора, коли розімкнений вимикач маси, тобто коли вимкнена акумуляторна батарея.

Якщо генератор працює без акумуляторної батареї, то в момент вимикання споживачів на його виході виникають перенапруги через велику індуктивність обмотки збудження генератора. Ці перенапруги небезпечні для випрямного блока генератора, а також для регульовального транзистора регулятора напруги.

Заборонено тривалу роботу генератора з вимкненим проводом від його плюсового виводу, оскільки це призводить до великого розрядження акумуляторної батареї. У цьому разі через обмотку збудження протікає максимальний струм, а напруга не регулюється, тобто зі збільшенням частоти обертання генератора напруга на його вихідному затискачі «+» значно збільшуватиметься. Цей режим призводить до відмови силового транзистора регулятора напруги, оскільки він працюватиме в лінійній зоні, а потужність, яка розсіюється на ньому, перевищуватиме припустиме значення.

Коди помилково ввімкнути акумуляторну батарею зі зворотною полярністю („+” на масу), то $p-n$ переходи вентилів випрямного блока ввімкнуться в прямому напрямку. Опір вентилів у прямому напрямку становлять частки ома, і струм, який протікає через них, досягає великої сили: перегріваються проводи, руйнується ізоляція обмотки статора, пробиваються $p-n$ переходи і повністю розряджається акумуляторна батарея, генератор виходить в лад.

Потрібно слідкувати за технічним, станом контактів і проводів між масами регулятора й генератора. Якщо контакт мінусового полюса генератора з масою автомобіля порушуватиметься, то під час руху автомобіля амперметр показуватиме або заряджання, або розряджання батареї. Якщо заряджання акумуляторної батареї контролюватимуть за допомогою сигнальної лампочки, то вона блиматиме.

Генератори змінного струму працюють значно довше й надійніше, ніж постійного. Проте в них іноді виникають несправності, які потрібно правильно ідентифікувати й своєчасно усувати. Під час руху автомобіля слід стежити за показниками амперметра чи за контрольною лампою.

2.5.1 Основні несправності генераторів:

1) Амперметр не показує заряду на середній частоті обертання колінчастого вала двигуна. Ці ознаки свідчать про те, що генератор не заряджає акумуляторної батареї, і вона розряджається.

Однією з причин розряджання батареї може бути обривання кола між генератором та акумуляторною батареєю, що найчастіше трапляється в місцях з'єднання із затискачами і на перегибах проводів. В останньому випадку обривання проводу передусім затуляє ізоляція. Обривання в колі, коли його не виявлено під час зовнішнього огляду, знаходять за допомогою контрольної лампи, обов'язково вимикаючи генератор і реле-регулятор.

Одним кінцем проводу контрольної лампи доторкуються до маси автомобіля, а другим – послідовно до затискачів, прямуючи по колу в певному напрямі від батареї до генератора. Світіння контрольної лампи засвідчує, що коло на ділянці від точки доторкування до джерела струму справне. Якщо ж у наступній точці лампа не горить, то це означає, що провід наділяння між цими точками доторкування обірваний. Пошкоджені проводи замінюють новими, або з'єднують їх скручуванням і паянням. Місце скручування ізолюють ізоляційною стрічкою й поліхлорвініловими трубками.

Спад напруги в проводах перевіряють вольтметром, вимірюючи напругу на початку і в кінці кола, що живить споживач. Різниця: напруг і визначить спад напруги в даному колі. Припустимий спад напруги в колі — не більш як 0,5-0,8 В.

2) Обривання в колі збудження. Якщо проводи зарядного кола справні, а амперметр не показує заряду, то запустивши двигун на середню частоту обертання колінчастого вала і ввімкнувши батарею та споживачі, потрібно на короткий час (не більш як на 1-2 с) перемкнути відрізок проводу затискачі *ВЗ* і *Ш* реле-регулятора. Робити це потрібно обережно, аби не замкнути затискачі *Ш* на масу, що може призвести до відмови транзисторного регулятора напруги. Якщо під час перемикання проводом затискачів *ВЗ* та *Ш* амперметр не показує кидка зарядного струму і не виникає іскріння в точках торкання проводу до затискачів, то несправність потрібно шукати в проводі, який з'єднує затискачі *Ш* реле-регулятора й генератора, або в самому генераторі, який не збуджується.

Несправним генератор може стати через зависання щіток у каналах щіткотримачів або обривання в колі обмотки збудження генератора. Насамперед, потрібно перевірити щітки.

Аби щітки не зависали, потрібно очистити канали щіткотримача від пилу й бруду, потім установити в нього щітки й переконатися, що вони вільно переміщуються. Спрацьовані щітки необхідно замінити.

Щоб визначити обривання обмотки збудження, щітки потрібно вийняти з щіткотримачів і до контактних кілець через амперметр або лампу підвести напругу 12-24 В. Якщо стрілка амперметра залишається на нулі чи лампа не засвічується, то в колі збудження буде обривання.

3) «Скидання» навантаження генератором. Якщо струм навантаження дорівнює нулю, то на генераторі може бути певна напруга. Але під час вмикання навантаження напруга генератора різко спадає до значення, наближеного до нуля, і генератор не може жити увімкнуте навантаження. Це явище спричиняють здебільшого міжвиткові замикання в обмотці статора. У разі замикання витків в одній чи в кількох котушках статора струм починає протікати по коротко замкнених витках і не потрапляє у зовнішнє коло. Потужність генератора різко зменшується, а оскільки опір короткозамкнених витків малий, то струм у них набуває більшої сили, і вони перегріваються, а ізоляція порушується або й зовсім згорає.

При пробиванні чи обриванні в одному з вентилів випрямного блока генератор також «скидає» навантаження.

4) Коротке замикання кола збудження. В цьому разі амперметр не показує кидка зарядного струму, проте під час замикання проводів затискачів ВЗ та Ш виникає потужна дуга, а сам провід швидко нагрівається. Причиною цього є коротке замикання кола обмотки збудження на масу, внаслідок чого напруга генератора знижується майже до нуля.

У цьому разі потрібно усунути коротке замикання, завдяки чому заряд акумуляторної батареї має відновитися.

Якщо під час замикання затискачів ВЗ та Ш амперметр показує кидок зарядного струму, то генератор і провід, який з'єднує затискачі Ш генератора й реле-регулятора, будуть справними, а несправним може бути реле-регулятор.

Якщо під час роботи двигуна на середніх обертах стрілка амперметра коливається, а контрольна лампа блимає, то наявні періодичні порушення в колі зарядного струму, що може спричинити послаблення приводного паса. У момент проковзування паса частота обертання ротора генератора зменшується, і струм, що віддається у зовнішнє коло, спадає, а це призводить до коливання стрілки амперметра або блимання лампи. Пас необхідно підтягнути, а генератор закріпити.

Поганий контакт між щітками і контактними кільцями також призводить до коливань сили струму, що віддається. Контакт між щітками й кільцями порушується через забруднення контактних кілець, підвищене спрацювання щіток і зменшення тиску пружин на щітки. Крізь отвори в основі щіткотримача оглядають контактні кільця й очищають їх від забруднення ганчі-

ркою, намоченою в бензині. Якщо довжина частини щітки, що залишилася, менша, ніж це передбачено технічними умовами, її замінюють. У разі зменшення тиску контакт між щіткою й кільцями може періодично порушуватись.

Коли стрілка амперметра тривалий час показує великий зарядний струм (понад 10 А), то це означає, що напруга генератора перевищує нормативну. Внаслідок перезаряджання електроліт акумуляторної батареї википає, і, якщо воно триватиме довго, батарея може стати непридатною. Щоб визначити несправність, потрібно перевірити реле-регулятор.

Питання для перевірки знань

- 1 Поясніть призначення автомобільного генератора і умови його роботи.
- 2 Поясніть, чому на сучасних автомобілях використовують генератори перемінного струму а не постійного?
- 3 Назвіть деталі генераторів перемінного струму і поясніть їх призначення.
- 4 Поясніть будову і принцип дії генератора перемінного струму з електромагнітним збудженням.
- 5 Опишіть будову та дію генератора з нерухомою обмоткою збудження.
- 6 Які основні несправності має генератор перемінного струму?
- 7 Перелічіть основні операції з технічного обслуговування генераторів змінного струму?

Література

4 – ст. 24-36; 12 – ст. 5-18; 15 – ст. 59-68; 23 – ст. 26-35; 24 – ст. 6-30.

Розділ 3. Реле-регулятори та регулятори напруги

Методичні вказівки

Автомобільний генератор працює в специфічних умовах. Частота обертання двигуна безперервно змінюється. Навантаження дуже коливається залежно від кількості ввімкнених споживачів. Ступінь зарядженості акумуляторної батареї змінюється в широких межах, але напруга на затискачах генератора має бути практично постійною (відхилятися від розрахункової не більш як на 3%), а акумуляторна батарея повинна заряджатися струмом, який відповідає її стану. Виконати попередньо перелічені умови й забезпечити нормальну роботу генератора можна, застосувавши реле-регулятор.

Розгляньмо специфіку регулювання напруги генератора регуляторами напруги в залежності від частоти обертання двигуна навантаження і ступеню розрядженості акумуляторної батареї.

Цей розділ складається з двох тем: «Реле-регулятори та регулятори напруги» та «Експлуатація систем електропостачання». Основні терміни і поняття: «контактно-вібраційні регулятори напруги»; «контактно-транзисторні регулятори напруги»; «безконтактні транзисторні регулятори напруги»; «безконтактні інтегральні регулятори напруги»; «інтегральна схема»; «внутрішнє обривання в реле-регуляторі»; «ерозія контактів реле-регуляторів».

3.1 Реле-регулятори та регулятори напруги

3.1.2 Типи сучасних регуляторів напруги

Постійність регулятора напруги на автомобілі забезпечується за допомогою автоматичних регуляторів напруги.

За своєю конструкцією регулятори напруги діляться на електромеханічні (вібраційні), електронні безконтактні і комбіновані (контактно-транзисторні).

Для генераторів малої потужності в наш час ще застосовують вібраційні регулятори.

При великих потужностях генераторів знаходять застосування електронні схеми, більш надійні і розраховані на більші струми.

3.1.3 Принцип регулювання напруги генераторів

ЕРС генератора урівнюється напругою на затискачах якоря і падінням напруги на його обмотці:

$$E = U + I_a \cdot R_a; \quad U = E - I_a \cdot R_a = c \cdot \Phi \cdot n - I_a \cdot R_a.$$

Із рівняння слідує, що при різних частотах обертання і навантаженнях постійності напруги можна досягнути тільки зміною магнітного потоку Φ , який у свою чергу, залежить від струму збудження.

Будь-який регулятор напруги спільно з генератором являють собою замкнену систему автоматичного регулювання. Як правило такі регулятори роблять за принципом компенсаційного регулювання, в основному на використанні відхилень регульованої величини від заданого значення.

Схема регулювання (рис. 3.1) складається з вимірювального елемента 1 (пружины чи стабілітрону), регулюючого органу 2 (контакти регулятора, транзистори, обмотка реле), об'єкта регулювання 3 (напруга генератора), оборотного зв'язку 4 (дільник напруги, обмотки реле).

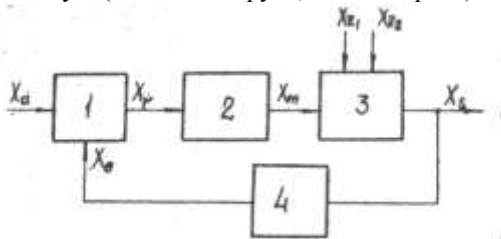


Рис. 3.1 – Схема регулювання напруги генератора

Навантаженням регульованого органу слугує обмотка збудження генератора.

Навантаження з якоря генератора подається на змірювальний елемент, чим забезпечується зворотній зв'язок в системі регулювання. Вимірювальний елемент слугує для отримання неузгодження. У ньому регульована напруга зрівнюється з заданою стабілізованою напругою. Сигнал неузгодження від вимірювального елемента діє на керуючий елемент, а через нього – на об'єкт регулювання – генератор.

Загальний принцип регулювання можливо прослідити по наданій схемі: значення регульованого параметру X (в даному випадку напруга генератора) встановлюють за допомогою еталонного сигналу X_d (напруга „пробою” стабілітрону, натягу пружини електромагнітного реле). Однак вихідне значення X_s відхиляється від заданого внаслідок дії обурювальних факторів X_{z1} – частоти обертів, X_{z2} – напруги. Таким чином миттєві значення величини X_s і значення пропорційного контролюючого сигналу X_e безперервно зрівнюються з еталонною величиною X_d (пружина, стабілітрон). При відхиленнях елемент зрівняння видає органу регулювання команду у вигляді сигналу X_r (підсилювач, виконуючі і керуючі органи), який змінює сигнал на вході регульованої дільниці змінює пермеаметр X_m (стум збудження) і, відповідно, параметр X_s , який регулюється.

Підтримка постійності напруги при підвищенні частоти обертів генератора можлива тільки при зміні магнітного потоку. Зменшення струму збудження можливо добитися замиканням накоротко обмотки збудження, перериванням ланцюга збудження додаткового резистора. Зниження напруги призводить до необхідності підвищення струму збудження.

Цей процес повторюється періодично, завдяки чому напруга генератора коливається в межах той, яка регулюється.

Зміна струму збудження, необхідна для підтримки постійної напруги на якорі генератора, досягається зміною відношення інтервалів часу зімкнутого й розімкнутого стану контактів вібраційних реле-регуляторів і відкритого й закритого стану транзистора в електронних регуляторах напруги. При підвищенні частоти обертання якоря (ротора) генератора струм збудження необхідно зменшити. Це забезпечується тим, що по мірі підвищення частоти обертів ротора генератора тривалість замкнутого стану контактів зменшується, за рахунок чого середнє значення струму збудження знижується.

3.1.4 Зменшення пульсацій і температурна компенсація

Під час роботи вібраційного реле-регулятора у обмотці реле присутня електромагнітна інерція і механічна інерція якоря, і виникає деяка затримка в замиканні і розмиканні контактів. Це призводить до підвищення

$\Delta U = U_{\max} - U_{\min}$ та зменшенню частоти перемикання до 10...20 Гц.

Мала частота перемикання призводить до блимання ламп і іскріння контакту, так як підвищується кількість струму, який проходить через розімкнені контакти.

Зменшення пульсацій напруги можливо завдяки так названих прискорюючих обмоток та прискорюючих опорів.

Найбільш розповсюджені отримав метод підвищення частоти вібрації увімкненням у схему регулятора прискорюючого резистора R_y (рис. 3.2).

При замкнених контактах через прискорюючий резистор R_y проходить струм тільки обмотки регулятора, сила якого відносно мала.

Напруга на обмотці реле майже рівна напрузі генератора:

$$U_y = I_{o.p.n} \cdot R_d; \quad U_{o.p.n} = U_r - U_y; \quad U_{o.p.n} \approx U_r$$

де U_y – падіння напруги на прискорюючому резисторі R_y ; $I_{o.p.n}$ – сила струму в обмотці регулятора напруги; $U_{o.p.n}$ – напруга на обмотці регулятора напруги.

При розмикання контактів K через R_y проходить струм не тільки обмотки регулятора, а також і збудження генератора I_z , що визиває значне падіння напруги на R_y , і таким чином, різке зменшення напруги на обмотці регулятора. В результаті контакти швидко замикаються, при цьому підвищується частота вібрації до 100...150 Гц і зменшується амплітуда коливань напруги генератора.

Робоча температура регулятора напруги може змінюватися в широких межах (-50 ... +125 °C). При +80 °C опір обмотки підвищується на 25%, що призводить до зростання напруги на 4 В. Для компенсації зміни опору при зміні температури послідовно з обмоткою реле вмикають додатковий резистор R_t , який має малий або негативний температурний коефіцієнт. Крім того для підвіски якоря реле застосовують біметалеву пластину, нагрівання якої визиває її деформацію. В результаті виникає сила, протилежна натягу пружини.

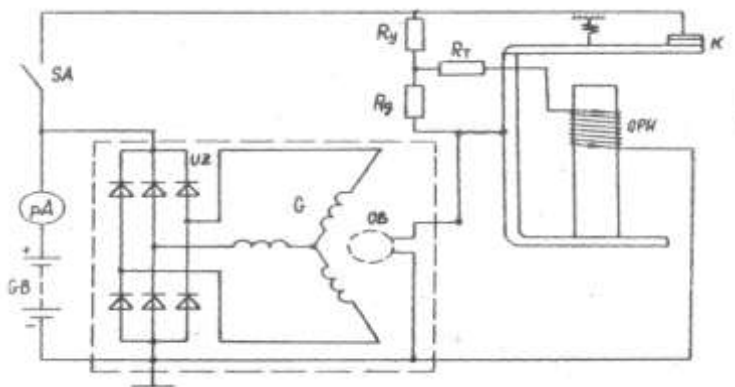


Рис. 3.2 – Схема вібраційного регулятора напруги з прискорюючим резистором

3.1.5 Принципові схеми напівпровідникових регуляторів напруги

Контактно-транзисторний регулятор напруги РР362-М. Регулятор напруги (рис. 3.3) містить в собі реле КV, яке керує транзистором VT, і реле захисту транзистора КА. Обмотка вібраційного реле КV включена по схемі з прискорюючим R_y , додатковим R_d і термокомпенсуючим $R_{тк}$ резисторами. Вібраційне реле має замикаючі KV2 і розмикаючі KV1 контакти.

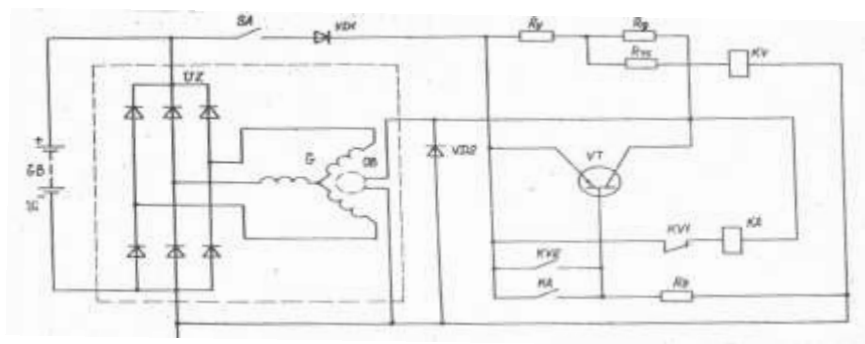


Рис. 3.3 – Схема контактно-транзисторного регулятора напруги РР362-М

При напрузі генератора менш ніж того, що регулюється, значення контакти KV2 розімкнені, KV1 замкнуті. Транзистор VT відкритий, так як його база через резистор R_6 має негативний потенціал. В результаті через обмотку збудження генератора струм протікає по ланцюгу: „+” джерела струму GB – замок запалювання SA – VD1 – VT – обмотка збудження OZ – „-” джерела струму GB.

При замиканні обмотки збудження на масу струм в обмотці реле захисту підвищується і контакти КА замикаються. База транзистора при цьому отримує нульовий потенціал і транзистор запирається. Струм збудження і напруга генератора різко зменшується, захищаючи транзистор від перенавантаження. Діод VD2 захищає транзистор від перенавантаження, яке виникає від ЕРС самоіндукції в обмотці збудження.

Безконтактний електронний регулятор 13.3702. Вимірювальний елемент регулятора (рис. 3.4) – дільник на R1 і R2 – з'єднаний з його елементом порівняння стабілітроном VD1. Електронні реле регулятора зібрано на VT1, VT2 і VT3, а силовим транзистором у вихідному ланцюгу регулятора являється складний транзистор VT2, VT3. Резистори R3 і R4 суцільну з VD2 являють собою ланцюг жорсткого оборотного зв'язку. Гнучкий оборотний зв'язок здійснюють через C1, C2 і C3. Конденсатор C4 відфільтровує високочастотні імпульси на вході регулятора.

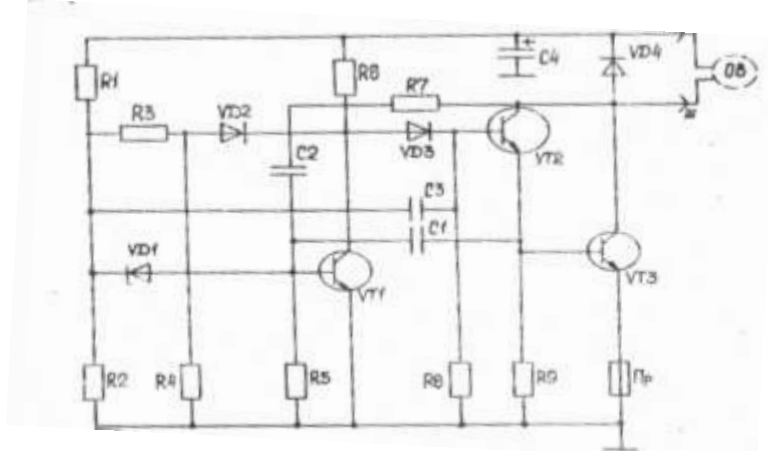


Рис. 3.4 – Схема регулятора напруги 13.3702

При напругах нижчих за значення, що регулюється, VD1 закритий, а база VT1 має нульовий потенціал і транзистор закритий. База VT2 через R6 і VD3 отримує позитивний потенціал і буде відкритим. Струм, який проходить через VT2, створює на R9 падіння напруги з плюсом у бази VT3, який також відкривається. Струм збудження у цьому випадку протікає від „+” GB – RA – SA – „-” O3 – VT3 – „-” GB.

При підвищенні напруги генератора і досягненні її регулюючого значення виникає „пробій” VD1. Струм, який проходить через нього, створює на резисторі падіння напруги з „+” у бази транзистора VT1 і він відкривається. Відкритий VT1 знижує потенціал бази VT2 і він закривається. Закритий транзистор VT2 обумовлює закривання VT3, і струм збудження зменшується, що призводить до пониження напруги генератора. Цей процес повторюється, і напруга генератора підтримується на заданому рівні.

Гнучкий зворотній зв'язок через C1 і C2 знижує вплив електромагнітних перешкод, в тому числі пульсації випрямленої напруги генератора на роботу регулятора напруги.

Ланцюг C3–R7 забезпечує прискорення перехідних процесів транзисторного регулятора.

Захист від струмових перевантажень вихідного транзистора забезпечується запобіжником F.

3.1.6 Вбудовані регулятори напруги

Хоча безконтактні електронні комутатори досконаліші, ніж вібраційні чи контактно-вібраційні, проте вони металомісткі, недовговічні, малонадійні та чутливі до зміни температури. Тому останнім часом великого значення набули розробка та впровадження регуляторів напруги із застосуванням інтегральних схем. Це стало можливим завдяки значному розвитку мікроелектроніки з інтегральними схемами. Перші інтегральні регулятори почали випускати фірми «Лукас», «Сіменс», «Моторола». Інтегральна схема — це пристрій, створений одним технологічним циклом і складений з електрично з'єднаних між собою елементів, що виконують функції транзисторів, резисторів, конденсаторів, діодів і вміщені у спільний корпус.

Інтегральні регулятори напруги мають у 14-24 рази менші габаритні розміри і масу, ніж регулятори PP362 та PP350, і в 1,6 рази вищу припустиму робочу температуру. Інтегральний регулятор напруги Я112 тривалий час працює на автомобілях ГАЗ, РАФ, ЛАЗ, ЗІЛ, ВАЗ, а Я120, надійно працює на автомобілях КамАЗ, МАЗ від напруги 24 В.

Схема регулятора Я112 (рис. 3.5) – гібридно-інтегральна. В ній пасивні (резистори, конденсатори) та активні елементи (транзистори, діоди, стабілітрони) нерозривно з'єднані й виготовлені на керамічній підкладці. На схемі змонтовані безкорпусні активні елементи.

Схема містить чутливий елемент VD1 проміжний підсилювач, створений на одному VT1, і вихідний каскад або ж складений транзистор VT2 та VT3, що послідовно ввімкнений з обмоткою збудження генератора. Коло зворотного зв'язку (C1 та R4) прискорює перемикання транзисторів. Конструкція виконана у вигляді герметично закритого блоку з габаритними розмірами 58x38x10 мм, масою 60 г.

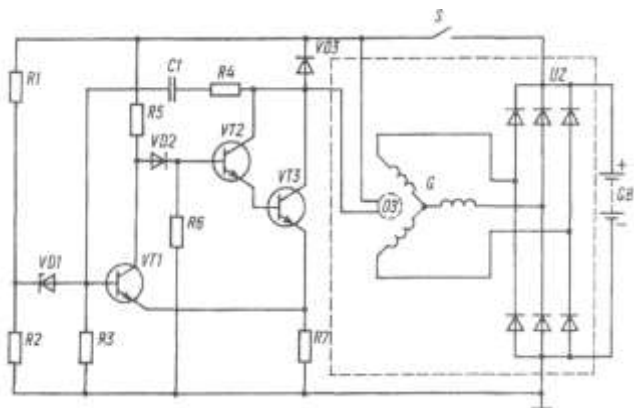


Рис. 3.5 – Схема інтегрального регулятора напруги Я112

Працює схема так. При напрузі генератора, нижче регульовальної, транзистор VT1 закритий, оскільки база має нульовий потенціал. Транзистори VT2 та VT3 відкриті, оскільки струм керування протікає по колу: «+» акумулятора GB – вимикач запалювання SA – опір R5 – діод VD2 – база-емітер транзистора VT2 – база-емітер транзистора VT3 – опір R7 – маса. Струм збудження генератора протікає по колу: «+» акумулятора GB – вимикач запалювання SA – обмотка збудження O3 – колектор-емітер VT3 – резистор R7 – „-” акумулятора GB. Зі збільшенням частоти обертання ротора генератора збільшується його напруга. При досягненні нею заданого рівня (14 В) стабілітрон VD1 пробивається і через нього протікає струм, що створює на базі VT1 позитивний потенціал. Транзистор VT1 відкривається. Відкритий транзистор VT1 шунтує (замикає практично накоротко) вхідне коло складеного транзистора VT2 та VT3 і закриває його, перериваючи коло обмотки збудження. Струм збудження та напруга генератора знижуються, при цьому спадає і напруга на вхідному подільнику. Коли напруга на R2 стане нижчою за рівень стабілізації, стабілітрон VD1 закриється, що призведе до закриття транзистора VT1 і відкриття вихідного транзистора VT2-VT3. Цей процес повторюється, і середнє значення напруги генератора підтримується при цьому на заданому рівні.

3.2 Експлуатація систем запалювання

3.2.1 Схеми систем електропостачання з генераторними установками перемінного струму, що застосовується на вітчизняних автомобілях

Генераторна установка Г286В з інтегральним регулятором напруги Я112-А. Генераторна установка призначена для живлення споживачів на номінальну напругу 12 В.

Особливістю генераторної установки є інтегральний регулятор напруги, який кріпиться безпосередньо на генераторі і являє собою малогабаритний нерозбірний прилад.

Інтегральний регулятор напруги має виводи „В” і „Ш” (рис. 3.6) і встановлюється на щіткуутримувачі генератора так, що його клеми лягають на струмопровідні клеми щіткуутримувача. На вивід „В” регулятора подається сигнал (напруга генератора), який керує роботою генератора. Підставою регулятора слугує стальна пластина, яка являється негативним виводом регулятора. Контакт сталевієї пластини з корпусом генератора здійснюється двома гвинтами, які одночасно кріплять регулятор, щіткуутримувач та алюмінієвий кожух, який захищає регулятор від механічних пошкоджень.

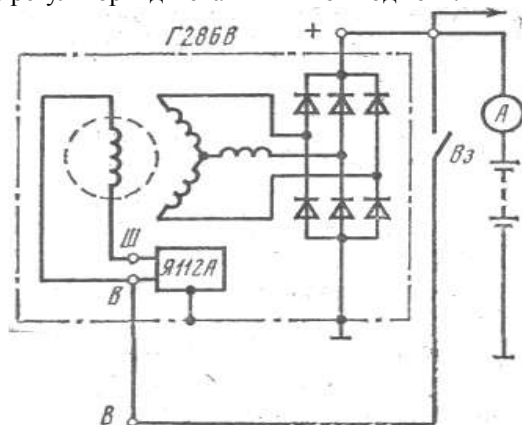


Рис. 3.6 – Схема генераторної установки Г286В

Генератор 273 з інтегральним регулятором напруги Я120. Генераторна установка призначена для живлення споживачів на номінальну напругу 24 В.

В генераторі застосовується ротор, уніфікований з генератором Г250. Тому для живлення обмотки збудження від акумуляторної батареї, напруга якої 24 В, в ланцюг збудження увімкнений резистор R_d (рис. 3.7). При напрузі генератора більше напруги батареї обмотка збудження живиться від нульової крапки обмотки статора.

Інтегральний регулятор Я120 має виводи „В”, „Д”, „С” і „Ш”. Виводи „Д” і „Ш” через струмопровідні клемми щіткоутримувача з’єднані з обмоткою збудження. Вивід В являється виводом генераторної установки, на який подається керуючий сигнал. До виводу „С” приєднаний резистор сезонного регулювання $R_{пр}$, другий кінець якого, за рахунок вимикача сезонного регулювання $ВК_{пр}$, приєднується на корпус.

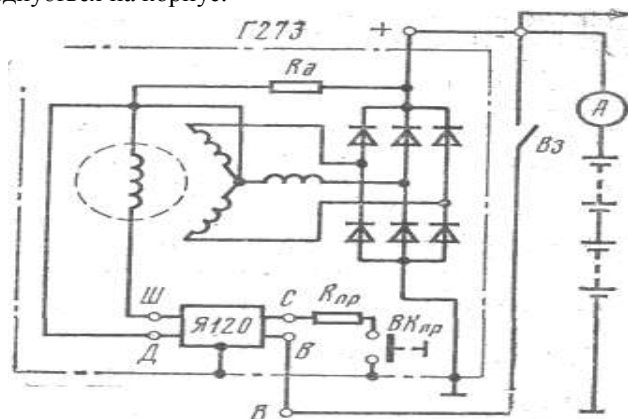


Рис. 3.7 – Схема генераторної установки Г273

При розімкнутих контактах вимикача $ВК_{пр}$ напруга генератора повинна знаходитися в межах 27,2-27,8 В. При розімкнутих контактах напруга генератора підвищується на 1,2-2,0 В.

Основні параметри, які характеризують роботу генераторних установок перемінного струму наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри генераторних установок змінного струму

Параметри	Тип реле-регулятора або регулятора напруги				
	РР127	РР350	РР356	РР362	Я120
Регулюєма напруга, В	27,4-29,2	13,8-14,5	27,6-29,2	13,8-14,6	27,2-29,8
Сила струму під час перевірки регулюємої напруги, А	10	14	15	14	10
Частота обертання ротора генератора при перевірці регулюємої напруги, об/хв	2500	3000	3000	3000	2500

3.2.2 Застосування генераторних установок

Реле-регулятор РР115-В складається з реле ввімкнення РВ та регулятора напруги. Цей реле-регулятор працює з генератором Г253 на автобусах ПА3-652 та інших транспортних засобах.

Контактно-транзисторний регулятор напруги РР362 працює з генераторами Г250, Г266, Г286 та ін. на автомобілях ЗІЛ-130 та ГАЗ-53А.

Регулятор напруги РР350 встановлюється на автомобілях ГАЗ-24, ЗІЛ-130 і працює з генераторами Г250 та ін.

Регулятор напруги Я112-В – працює з генератором Г222 і працює на автомобілях ВА3-2104, ВА3-2105, ВА3-2107, ВА3-111, ЗА3-1102.

Регулятор напруги 111.3702 працює з генератором Г288Е, Г288А на автомобілях КамАЗ-4310, КА3-4540.

Безконтактний регулятор напруги 17.3702 працює з генератором 37.3701 і застосовується на автомобілях ВА3-2108, ВА3-2109.

Інтегральний регулятор напруги Я120 працює з генератором Г273 на автомобілях МА3-509А, МА3-5335 та їх модифікацій.

3.2.3 Операції технічного обслуговування систем електропостачання і рекомендації з їхнього виконання

Перші роботи по технічному обслуговуванню виконуються перед вводом автомобілю в експлуатацію, потім генераторні установки обслуговують з періодичністю ТО-2.

Недостатньо жорстке кріплення генератора до двигуна являється основною причиною поломки його кришок. Надмірно натягнутий привідний ремінь призводить до перенавантаження підшипників і їх прискореному зносу. Слабо натягнутий привідний ремінь проскакує, що призводить до прискореного зносу ремня і шківу, а також до зменшення напруги генераторної установки. Натяг ремня перевіряється по величині його прогину, який повинен відповідати вказівкам інструкції по експлуатації автомобіля, при натиску на ремінь з зусиллям 3-4 кгс посередині між шківками генератора і вентилятора.

При вводі в експлуатацію нового автомобіля необхідно перевірити і відрегулювати натяг привідного ремня, і перевірити надійність кріплення генератора до двигуна.

В подальшому при кожному ТО-2 перевіряють натяг ремня і кріплення генератора. Крім цього при ТО-2 очищають від бруду зовнішні поверхні генераторних установок і перевіряють кріплення наконечників приєднувальних проводів.

Роботи, які проводяться з періодичністю в декілька ТО-2 мають специфічні особливості в залежності від типу генератора, реле-регулятора або регулятора напруги.

Генератори змінного струму через кожні 25-30 тис. км пробігу при ТО-2 знімають з автомобіля для перевірки щіток і контактних кілець. Якщо щітка заїла в щіткоутримувачі, її протирають ганчіркою, змоченою в бензині. Зношені щітки замінюють.

Вібраційні, контактно-транзисторні регулятори напруги піддані раз-регулюванню в процесі експлуатації. Їх перевіряють через кожні 25-30 тис. км пробігу.

Вібраційні регулятори напруги (РР127, РР380) перевіряють на розмір регульованої напруги. У вібраційних приладів можливо значна ерозія контактів, яка видаляється надфілем.

Перевірка контактно-транзисторного регулятора РР362 і його модифікацій включає в себе вимірювання розміру регулюємої напруги і струму спрацювання реле-захисту.

У всіх вібраційних приладах регулювання виконується зміною натягу пружини за рахунок підгинання хвостовика. Підгинання виконується спеціальним ключем, який під час регулювання знаходиться під напругою, тому треба додержуватися обережності.

Безконтактні регулятори напруги не підлягають розрегулюванню і не потребують ніякого обслуговування, за винятком очищення від бруду.

Інтегральні регулятори напруги не потребують ніяких профілактичних робіт. Перевірку регулюючих приладів безпосередньо на автомобілі виконують приладами К301, Е214 і на стендах Е205, К461, а в умовах електроцеху – на стендах 532М, Е211, К1968.

3.2.4 Перевірка технічного стану систем електропостачання, відшукування несправного елемента, регулювання параметрів

Перевірка та регулювання безконтактних транзисторних та інтегральних регуляторів проводиться також за спеціальними методиками. Справність регуляторів перевіряють, вмикаючи їх до акумуляторної батареї за схемою (рис. 3.8).

Як навантаження кола збудження використовують лампу потужністю 30 Вт. Для цього регулятор, розрахований на робочу напругу 14 В, вмикають спочатку до 6 акумуляторів (12 В), а потім до 8 акумуляторів (16 В) двох послідовно ввімкнених батарей, а для регуляторів, розрахованих на 28 В, - спочатку до 12 акумуляторів (24 В), а потім до 16 акумуляторів (32 В). Якщо регулятор напруги справний, то у першому випадку вмикання лампа має горіти, а у другому - не горіти. Якщо лампа горить, або не горить, в обох випадках вмикання, то регулятор несправний.

Регулятори можна перевірити, вимірявши спад напруги на них. Для цього регулятор вмикають до акумуляторної батареї за схемою (рис. 3.9). Релістат виставляють на максимальний опір, умикають коло і задають силу струму навантаження, що дорівнює силі струму збудження генератора, з яким він працює. Наприклад, для РР350 – 3 А, а для регулятора 13.3702 – 4 А. У справному регуляторі спад напруги, що його реєструє вольтметр, має не пе-

ревищувати 2 В для РР 350 і 1,6 В для 13.3702. Так само перевіряють інші регулятори.

Точніше перевірити регулятор напруги і виміряти регульовану напругу можна за допомогою приладу, який є стабілізованим джерелом напруги з плавним її регулюванням до 35 В (рис. 3.10). Його вмикають до регулятора, далі вмикають схему і, плавно збільшуючи напругу, стежать за контрольною лампою та вольтметром. У момент увімкнення лампи вимірюють напругу, яка й буде напругою спрацювання регулятора. Якщо ця напруга не відповідає необхідним значенням, то налагоджують регулятор.

Інтегральні регулятори – це прилади нерозбірні і не підлягають регулюванню, а отже їх замінюють.

У регуляторах серії Я120 передбачено посезонне регулювання для зимового „З” і літнього „Л” режимів зарядження акумуляторної батареї, яке дає змогу змінювати напругу в межах 1-2 В, якщо гвинт вкрутити до упору в корпус (положення „З”), напруга генератора підвищується, а якщо викрутити (положення „Л”) – зменшується на 1-2 В.

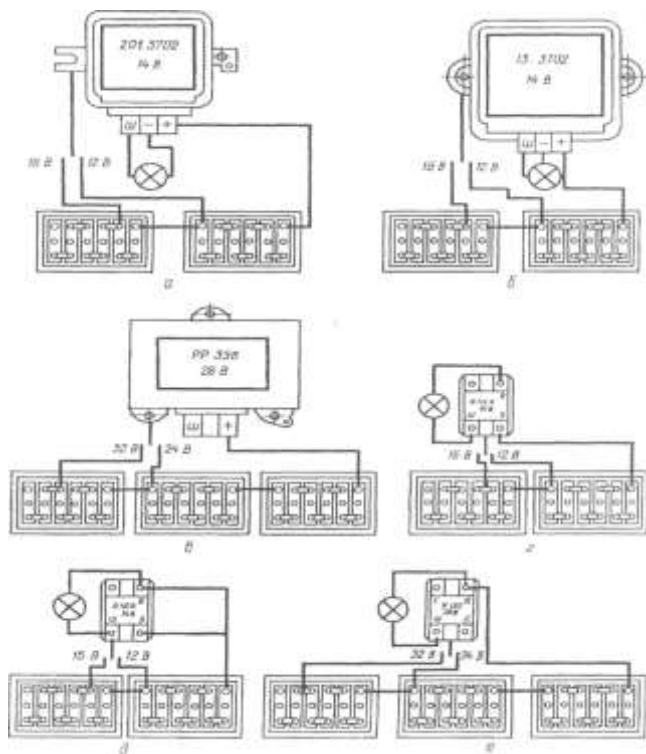


Рис. 3.8 – Схема перевірки роботоздатності регуляторів напруги

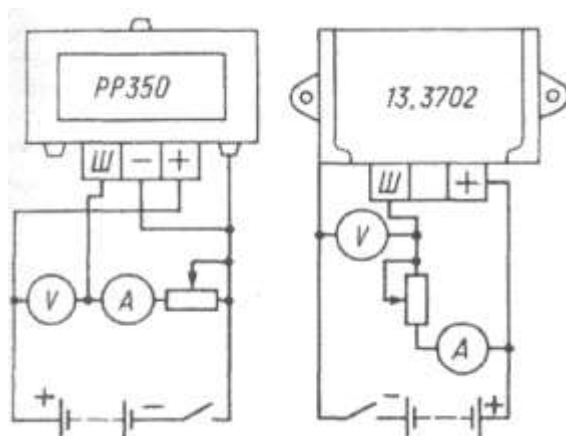


Рис. 3.9 – Схема перевірки регуляторів напруги за спадом напруги

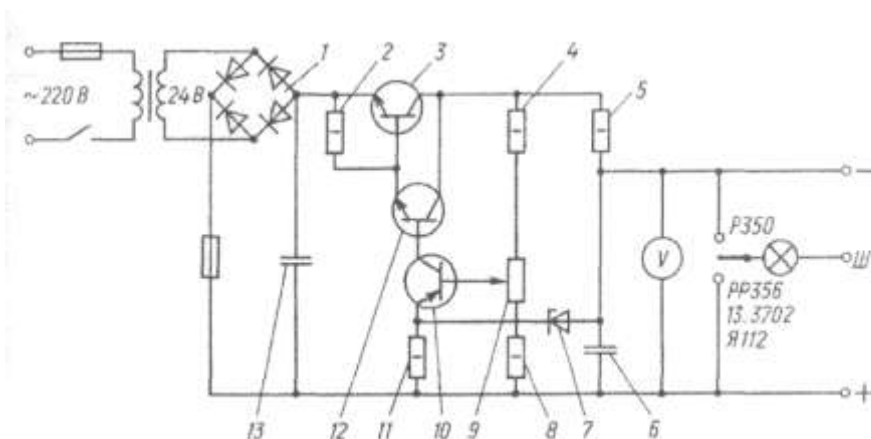


Рис. 3.10 – Схема приладу для перевірки безконтактних регуляторів напруги:
 1 - випрямний блок; 2 – резистор 4 кОм; 3 – транзистор КТ803; 4 – резистор 1,5 кОм; 5 – резистор 0,6 Ома; 6 – конденсатор 30 В, 4000 мкФ; 7 – стабілітрон Д818Г; 8 – резистор 2 кОм; 9 – змінний резистор 3,3 кОм; 10 – транзистор ГТ321; 11 – резистор 600 Ом; транзистор КТ807; 13 – конденсатор 30 В, 2000 мкФ

Перевірка справності елементів регулятора. Якщо під час перевірки регулятора необмежено зростає напруга, або генератор не збуджується, то регулятор несправний. Щоб визначити несправність, потрібно проаналізувати роботу схеми. Наприклад, під час перевірки регулятора напруги 201.3702 напруга генератора зростає, якщо вихідний транзистор VT3 завжди відкритий

чи пробитий; генератор не збуджується, якщо транзистор VT3 завжди закритий чи в його колі є обривання. Тому перевірку доцільно розпочати саме з вихідного транзистора. Для цього відпаюють два будь-яких виводи транзистора від плати і перевіряють опір переходів у двох супротивних напрямках омметром.

Щоб запобігти перегрівання під час паяння напівпровідникових приладів, які можуть зазнати теплового руйнування, відпрацювати й припаювати їх потрібно швидко, використовуючи для тепловідведення пінцет (для тримання виводів), до кінців якого можна приклеїти поролон і змочувати його під час паяння водою для кращого охолодження виводів.

Якщо вихідний транзистор справний, перевіряють інші елементи схеми, аналогічно аналізуючи її роботу.

Елементи регулятора напруги перевіряють, починаючи зі стабілітрона. Для цього відпаюють від схеми хоча б один його вивід і омметром вимірюють його опір, змінюючи місцями контрольні проводи на виводах стабілітрона. Стабілітрон буде справним, якщо виміряний один раз опір становитиме не більш як 100-200 Ом, а в разі зміни місцями проводів від омметра опір набуває значення нуля, а якщо обірвано виводи – нескінченності.

Стабілітрони розраховані на дуже малу силу струму, тому, щоб уникнути теплового руйнування переходу, їх треба перевіряти як діоди (за допомогою лампи дуже малої потужності).

Аналогічно перевіряють і діоди схеми. Потужні діоди можна перевірити і за допомогою лампи та акумуляторної батареї. Резистори перевіряють також омметром, відпаюючи в них хоча б один вихід.

Дросель перевіряють вимірюванням опору обмотки. Для перевірки конденсаторів, увімкнених у схему регулятора напруги, вимірюють їх ємність опір ізоляції та порівнюють виміряні значення з технічними даними.

Слід пам'ятати, що, змінивши будь-який елемент схеми, потрібно перевірити і, в разі потреби, відрегулювати регулятор напруги.

3.2.5 Устаткування, застосовуване при експлуатації систем електропостачання

Переносний прилад Е214 (рис. 3.11) дозволяє перевірити електрообладнання автомобіля напругою 12 і 24 В (акумуляторну батарею, стартери потужністю до 5,5 кВт, генераторні установки потужністю до 350 В, прилади запалювання). Підключення приладу одноразове, тобто дозволяє провести всю перевірку з разовим підключенням проводів.

Необхідна перевірка встановлюється за допомогою перемикача перевірок 11 і перемикача змірювальних ланцюгів 10. Перед перевіркою перемикачі напруги 12 і тахометра 4 встановлюють в положення, яке відповідає напрузі бортової мережі автомобіля (12 і 24 В) і типу двигуна (в залежності від числа циліндрів: 4, 6, 8).

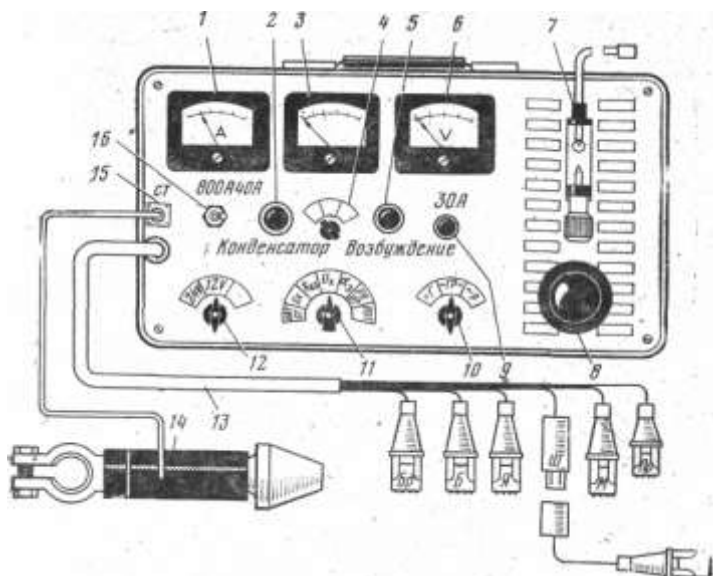


Рис. 3.11 – Прилад E214:

1 – амперметр; 2 – кнопка „Конденсатор”; 3 – комбінований вимірювач; 4 – перемикач тахометра; 5 – кнопка „Збудження”; 6 – вольтметр; 7 – розрядник; 8 – рукоятка реостату навантаження; 9 – біметалевий запобіжник; 10 – перемикач вимірювальних ланцюгів; 11 – перемикач перевірок; 12 – перемикач напруги; 13 – провoda для підключення приладу до електрообладнання автомобілю; 14 – шунт до амперметра для вимірювання струму стартера; 15 – роз’єм для підключення шунта; 16 – перемикач меж амперметра

Крім вказаних перемикачів на передній панелі приладу розташовані вимірювальні прилади, амперметр, комбінований вимірювач (тахометр, вольтметр, мікрофарадометр, вимірювачі кута замкнутого стану, опору ізоляції), ізолятор зі шкалою на 20 та 40 В, кнопка для надання напруги на конденсатор при його перевірці, роз’єм для підключення вимірювального шунта струму стартера, перемикач меж вимірювання амперметра, порівняльна кнопка біметалевого запобіжника, кнопка „Збудження” для безпосереднього підключення обмоток збудження генератора до акумуляторної батареї (цю кнопку дозволено використовувати тільки при перевірці генераторів, в яких один вивід обмотки збудження з’єднаний з корпусом генератора), високовольний розрядник, ручка реостату навантаження. Прилад підключають до автомобілю тільки при непрацюючому двигуні і вимкненому запалюванні. При вибіркових перевірках немає необхідності підключати всі приєднальні провodi (рис. 3.12, 3.13).

Зовнішній шунт, який пропускає струм стартера, при перевірці генераторної установки з регулятором напруги дозволяється не приєднувати. Перед підключенням приладу необхідно від'єднати провід від клеми „+” генератора і до відєднального проводу підключити провід приладу з затискачем „Б”.

При перевірці регулятора напруги перемикач перевірок переводиться в положення „РН ОТ”, перемикач вимірювальних ланцюгів встановлюється в положення „~Р”, перемикач меж амперметра в положення „40 А”. Частота обертання колінчатого валу двигуна встановлюється так, щоб частота обертання ротора генератора була рівною 3000 об/хв, а струм навантаження при цьому повинен бути рівним половині номінального. Напруга генератора при цих умовах повинна відповідати заданому навантаженню бортової мережі. Інакше необхідна величина напруги в безконтактних регуляторах напруги встановлюється підбором резисторів вхідного дільника, наприклад R6, R7 (рис. 3.10).

Необхідно відмітити, що при перевірці регуляторів напруги PP356, PP132 провід з затискачем „Ш” приладу E214 не використовується, тому що кнопка „Збудження” без дії. Для того, щоб переконатися в справності генератора при відсутності напруги, необхідно з'єднати додатковим проводом клему „Ш” регулятора напруги з корпусом.

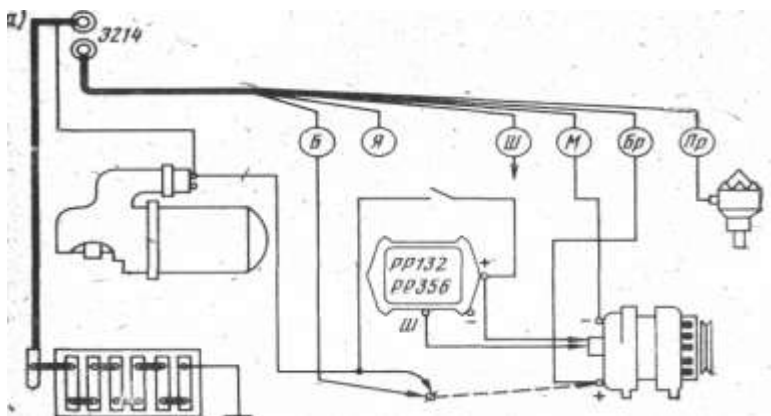


Рис. 3.12 – Схема підключення приладу E214 для перевірки генераторної установки з реле-регулятором PP356

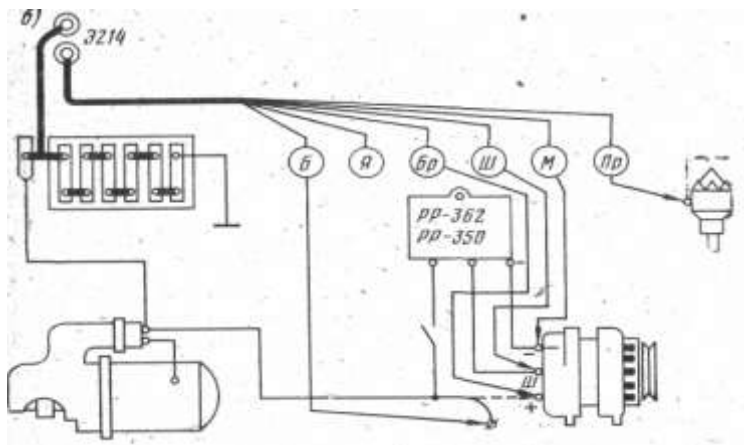


Рис. 3.13 – Схема підключення приладу Е214 для перевірки генераторної установки з реле-регулятором РР350, РР362

Питання для перевірки знань

1. Типи сучасних регуляторів напруги.
2. В чому полягає принцип регулювання напруги генераторів?
3. Яким чином зменшуються пульсації напруги генератора і виконується температурна компенсація?
4. Поясніть принцип дії контактно-транзисторного регулятора напруги РР362-М.
5. Поясніть принцип дії електронного безконтактного регулятора напруги 13.3704.
6. Поясніть переваги вбудованих регуляторів напруги.
7. Поясніть принцип дії інтегрального регулятора напруги Я112.
8. Поясніть періодичність обслуговування генераторів і реле-регуляторів та об'єм виконуваних робіт.
9. Які несправності можуть мати генератори, реле-регулятори і випрямлячі?
10. За яких показників перевіряють генератор і реле-регулятор?
11. Як відрегулювати елементи реле-регулятора?
12. В чому полягає особливості схем включення генератора Г273 і інтегрального регулятора напруги Я120?
13. В чому полягає особливості схем включення генератора Г286В і інтегрального регулятора напруги Я112-А?
14. Особливості посезонного регулювання регулятора напруги Я120.
15. Призначення переносного приладу Е214.

Література

4 – ст. 36-74; 12 – ст. 89-93; 15 – ст. 68-85; 23 – ст. 35-41; 24 – ст. 30-54.

Розділ 4. Системи запалювання

Методичні вказівки

На автомобілях системи електричного запалювання використовують для запалення паливно-повітряної суміші в двигунах легкого палива, в передпускових підігрівачах, опалювальних приладах, а також для полегшення пуску дизелів.

Для двигунів з зовнішнім сумішоутворенням (карбюраторних і газових) застосовують системи запалювання з використанням іскрового електричного розряду, який виникає між двома електродами.

Для забезпечення запалювання дизельного палива, вприснутого в камеру згорання дизеля в пусковий період, або камеру згорання передпускового підігрівача, застосовують запалювання за допомогою свічок накаливання.

Розгляньмо призначення систем запалювання, класифікацію, пробивну напругу, момент запалювання, принципи схеми, характеристики та експлуатаційні властивості систем запалювання.

4.1 Загальні зведення

Система запалювання призначена для запалювання робочої суміші в циліндрах двигуна у відповідності з порядком роботи циліндрів.

На автомобілях і дорожніх машинах застосовують такі системи запалювання:

- ✓ запалювання від магнето;
- ✓ контактно-батарейну;
- ✓ контактно-транзисторну;
- ✓ контактно-тиристорну;
- ✓ безконтактно-транзисторну;
- ✓ безконтактно-тиристорну.

Пробивною називається напруга, при якій виникає пробій іскрового проміжку свічі.

Пробивна напруга пропорційна тиску в циліндрі P , відстані між електродами d і навпаки пропорційна температурі суміші T :

$$U_{\text{пр}} = f(P_d / T).$$

Максимальна пробивна напруга досягається при пуску і розгоні двигуна, мінімальна – при роботі двигуна на встановленому режимі і максимальній потужності внаслідок підвищення температури двигуна.

Момент запалювання (кут випередження запалювання) – це значення кута повороту колінчастого валу з моменту запалювання робочої суміші до приходу поршня у В.М.Т.

Момент запалювання суттєво впливає на потужність, економічність і токсичність двигуна. Він залежить від частоти обертання колінчастого валу двигуна, навантаження на двигун і швидкості згорання палива.

Кут випередження запалювання вибирають так, щоб на кожному режимі роботи максимум тиску, який розвивається в циліндрі в процесі згорання суміші, розташовувався після декількох градусів нижче В.М.Т..

В класичних системах запалювання робота двигуна контролюється за допомогою спільної дії двох механічних регуляторів випередження запалювання: центр обіжного і вакуумного. Механічні регулятори не мають достатньої гнучкості настрою, тому вони не можуть забезпечити необхідні параметри регулювання у всьому діапазоні режимів роботи двигуна.

Застосування мікропроцесорних систем запалювання з електронними автоматами випередження запалювання ліквідує вказані недостатки цих систем, які пов'язані з використанням механічних регуляторів випередження запалювання зі складним приводом.

4.2 Принцип дії класичної системи запалювання

Класична система батарейного запалювання (рис. 4.1) складається з таких основних елементів: котушки запалювання і, яка перетворює низьку напругу акумуляторної батареї і на імпульси високої напруги, потрібної для пробивання іскровою зазору свічки запалювання 6; розподільвача запалювання, що має низьковольтний переривач 2 і розподільвач 5 імпульсів високої напруги. Аби зменшити іскріння на контактах переривача 2, слід паралельно до них підімкнути конденсатор С1, який є необхідним елементом коливального контуру (цей конденсатор називають первинним). Крім цього, потрібно підімкнути вимикач (замок) запалювання 7 і вимикач 4 додаткового резистора (опору R_d), заблокованого з вимикачем стартера. Під час пуску двигуна на період увімкнення стартера опір замикають накоротко, а щоб компенсувати зниження первинної напруги, зменшують опір первинного кола котушки запалювання.

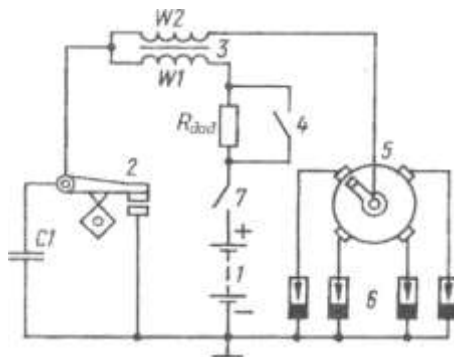


Рис. 4.1 – Принципова схема класичної системи батарейного запалювання:

1 – акумуляторна батарея; 2 – переривач; 3 – котушка запалювання;
4 – вимикач додаткового резистора; 5 – розподільвач; 6 – свічки запалювання; 7 – вимикач запалювання

Класична система батарейного запалювання працює за таким принципом. Кулачок розподільвача, обертаючись одночасно з приводним валом, навперемінно замикає та розмикає контакти переривача. Після замикання контактів (коли увімкнено вимикач запалювання) через первинну обмотку котушки запалювання просинає протікати струм. Первинним струмом створює магнітне поле, в якому накопичується електромагнітна енергія.

Після розмикання контактів переривача виникає перехідний процес у двох індуктивно з'єднаних контурах: один – утворюють первинна обмотка котушки й іскрогасильний конденсатор, а другий – вторинна її обмотка та конденсатор вторинного кола, в якому внаслідок перехідного процесу створюється висока напруга. У момент, коли, наростаючи, вторинна напруга досягає значення пробивної напруги свічки запалювання, пробивається іскровий зазор цієї свічки з наступними розрядними процесами. Контакти лишаються розімкненими деякий час, а тоді знову замикаються, і весь цикл роботи системи батарейного запалювання повторюється, але робоча суміш займається вже в наступному за циклом роботі двигуна циліндрі.

4.3 Прилади контактної системи запалювання та їх характеристики

4.3.1 Призначення і будова котушки запалювання

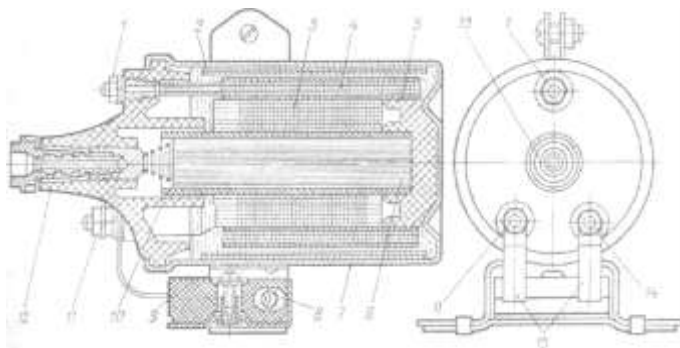


Рис. 4.2 – Котушка запалювання:

1, 11, 14 – виводи низької напруги; 2 – магнітопровід; 3 – вторинна обмотка; 4 – первинна обмотка; 5 – ізолятор; 6 – осердя; 7 – кожух; 8 – додатковий резистор; 9 – керамічний ізолятор додаткового опору; 10 – картонний ізолятор; 12 – кришка передня; 13 – вивід високої напруги; 15 – шини.

Котушка запалювання призначається для перетворювання струму низької напруги на струм високої напруги (з 12 В до 20-24 кВ), тобто являється трансформатором, який підвищує струм.

Основні частини котушки запалювання (рис. 4.2) такі: осердя 6 з первинною 4 та вторинною 3 обмотками; кришка 12 з виводами 1, 11, 14 низької та 13 високої напруги. У більшості автомобілів застосовують котушки з додатковим резистором 8, змонтованим у керамічному ізоляторі 9.

Осердя котушки виготовляють з листів електротехнічної сталі, ізольованих один від одного окалиною, завдяки чому зменшуються вихрові струми, які утворюються внаслідок пульсацій магнітного потоку.

Навколо осердя розміщено трубку 10 з електротехнічного картону, на яку кількома шарами намотано вторинну обмотку, виготовлену з великої кількості витків (17500-26000) емальованого проводу марки ПЕЛ діаметром 0,06-0,1 мм.

Фарфоровий ізолятор 5 запобігає пробиванню вторинної обмотки на кожух 7. Поверх вторинної намотано первинну обмотку 4 (з проводу марки ПЕЛ діаметром 0,57-0,77 мм), що має порівняно невелику кількість витків – 250-300.

Завдяки тому, що первинну обмотку розміщено ближче до кожуха 7, поліпшено її охолодження. Навколо неї розміщено магнітопровід 2, який складається з двох розрізаних уздовж осі тонкостінних циліндрів із трансформаторної сталі.

Усю конструкцію розміщено в металевому кожусі 7. Герметичність котушки забезпечує прокладка між кожухом 7 і карболітовою кришкою 12. Внутрішню порожнину більшості котушок заповнюють трансформаторним маслом.

Усі виводи котушки запалювання розміщені на карболітовій кришці 12. Вторинну обмотку приєднано до високовольтного виводу 13 котушки. Спиральний кінець первинної й вторинної обмоток з'єднано з виводом 1, а первинну обмотку – з виводом 11. До виводу 14 приєднано тільки шину від додаткового резистора.

Виводи 1 і 13 не маркують. Маркування виводу 11 – ВК, а виводу 14 – ВК-Б.

Додатковий резистор призначається для запобігання перегріванню первинної обмотки котушки запалювання в наслідок різного часу зімкненого стану контактів переривача.

Додатковий резистор 8 (рис. 4.2) виготовляють у вигляді спіралі з нікелевого дроту і прикріплюють у двох половинах керамічного ізолятора 9. Кінці спіралі приварено до двох шин 15, за допомогою яких резистор приєднують до виводів 11 та 14 котушки запалювання.

Додатковий резистор під час включення стартера замикається накоротко, що полегшує пуск двигуна.

4.3.2 Призначення та будова переривача-розподільювача

Переривач-розподільювач призначений для розмикання первинного кола котушки запалювання, розподілу імпульсів високої напруги між циліндрами двигуна в необхідній послідовності, виставляння початкового кута випередження запалювання та автоматичного регулювання цього кута залежно від частоти обертання колінчастого вала і навантаження двигуна.

Він складається з корпусу, переривального механізму, високовольтного розподільника, відцентрового та вакуумного регуляторів випередження запалювання, конденсатора (рис. 4.3).

Вал 1 приводу має кінець зі шліцами і обертається у двох залізо-керамічних поруватих втулках 21, які змащують крізь бічну маслянку.

Відцентровий регулятор закріплюють на верхній частині вала приводу, що дає змогу розміщувати кулачок 19 ближче до опори валика, завдяки чому зменшується спрацювання втулок і вплив люфтів у підшипниках вала на величину зазору між контактами переривача. Нерухомий диск переривача, розміщений всередині корпусу 23 і прикріплений до нього гвинтами, а рухомий диск 20 встановлюють на кульковому підшипнику, закріпленому в отворі нерухомого диска. На рухомому диску 20 закріплено утримувач рухомого контакту, який повертає, навколо його осі кулачок 19 і змінює зазор між контактами або кут їх замкненого стану.

Рухомий контакт, який до нерухомого притискує пластинчаста пружина, провідником з'єднано з ізольованим затискачем на корпусі. До нього прикріплюють і провідник від конденсатора, закріпленого на корпусі гвинтом.

Кришка розподільника 10 має фіксований паз, який забезпечує її встановлення на корпусі 23 у певному положенні.

Центральний вивід кришки 11, до якої підведено високовольтний провід від котушки запалювання, з'єднано з електродом ротора 14 через приглушувальний резистор 13 з опором 6 кОм.

У бічних виводах 9, кількість яких дорівнює кількості циліндрів, є металеві електроди, до яких ротор 14 підводить високу напругу.

Із збільшенням частоти обертання частоти ти колінчастого вала у відцентрованому регуляторі тягарці 17 під дією відцентрованих сил, додаючи зусилля пружин 15, розходяться. Внаслідок цього штифти тягарців, які входять у прорізи повідкової пластини кулачка, повертають її у бік повертання вала розподільника на деякий кут.

Натяг пружин регулятора добирають так, щоб за рахунок кута випередження запалювання збільшити час, потрібний для згоряння суміші, оскільки зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала зменшується час на цикл і пальне не встигає згоріти.

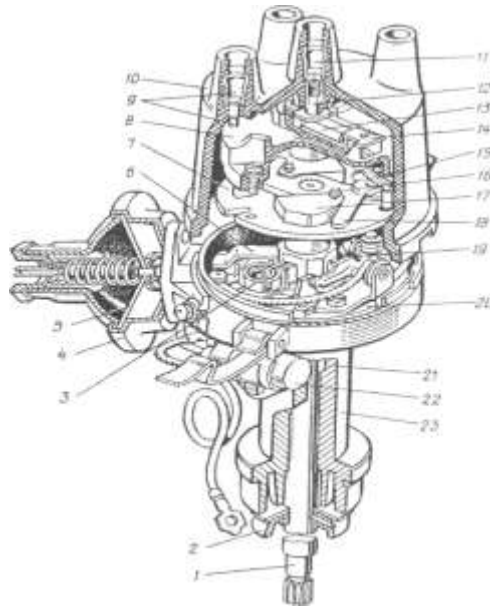


Рис. 4.3 – Схема переривача-розподільвача:

1 – вал, 2 – масловідбивна муфта; 3 – фільтр; 4 – вакуумний регулятор; 5 – діафрагма; 6 – тяги вакуумного регулятора; 7 – повідкова пластина кулачка; 8 – бігунець; 9 – бічний електрод; 10 – кришка; 11 – центральний електрод; 12 – вугільний контакт із пружиною; 13 – резистор; 14 – ротор; 15 – пружина; 16 – вісь тягарця; 17 – тягарець; 18 – повідкова пластина тягарців; 19 – кулачковий вал; 20 – рухомий диск; 21 – втулка; 22 – конденсатор; 23 – корпус

Вакуумний регулятор змінює кут випередження запалювання залежно від розрідження під дросельною заслінкою карбюратора. За малих навантажень двигуна циліндри наповнені робочою сумішю не повністю, а отже, в момент займання буде низький тиск. Водночас збільшується забруднення суміші залишковими газами, що зменшує швидкість згоряння. Тому потрібно збільшувати кут випередження запалювання при закритій чи мало відкритій дросельній заслінці.

Коли заслінка відкрита повністю, розрідження невелике і вакуумний регулятор не працює. В міру її прикривання (із зменшенням навантаження двигуна) розрідження збільшується, діафрагма регулятора втягується, повертаючи тягою рухомий диск переривача в бік збільшення кута випередження запалювання.

Важливим регульованим параметром переривачів-розподільювачів є зазор між контактами переривача, який повинен бути 0,35-0,45 мм, він пере-віряється щупом, коли виступ кулачка набіжить на важіль рухомого контак-ту.

Конденсатор призначається для зменшення іскріння між контактами переривача, коли він заряджується; при розряді в зворотному напрямі заря-джений конденсатор приводе до швидкого зникнення стуму в первинному ланцюзі, завдяки чому напруга в вторинному ланцюзі підвищується. Ємність конденсатору 0,17-0,25 мкФ.

4.3.3 Іскрові свічки запалювання

Важливим елементом запалювання є свічка. Вона призначається для воспламеніння робочої суміші в циліндрах карбюраторних і газових двигунів. Від досконалості її конструкції та правильного добору до двигуна багато в чому залежить надійність роботи системи запалювання і двигуна.

Свічка на двигуні працює у важких умовах. Вона зазнає високих механічних і теплових навантажень, а також електричних та хімічних дій. Тем-пература в камері згорання коливається від 70 до 2700 °С, а повітря, що ото-чує ізолятор свічки в підкапотному просторі двигуна, може мати температуру від -60 до +100°С. Через нерівномірне нагрівання окремих ділянок свічки в ній виникають теплові деформації, які небезпечні для матеріалів із різними коефіцієнтами лінійного розширення (метал, кераміка).

У процесі роботи двигуна внаслідок неповного згорання пального на поверхні теплового конуса електродах і стінках камери свічки утворюється нагар, який шунтує іскровий зазор. Втеча струму; а іноді й розряду може ста-тися на зовнішній поверхні ізолятора, коли вона забруднена чи покрита воло-гою. В процесі роботи двигуна зазор у свічці збільшується в середньому на 0,015 мм на 1 тис. км пробігу автомобіля.

Свічка (рис. 4.4) складається з ізолятора 1, корпусу 4, центрального 7 і бічного 8 електродів. Для герметизації свічки щодо центрального електрода застосовують термоцемент, з останнім часом — струмопровідний склогерме-тик 3. Герметичність між ізолятором і корпусом свічки забезпечують прокла-дкою 5, а також завальцьовуванням корпусу на плечико ізолятора.

У свічках деяких типів тепловий конус ізолятора виходить за торець нижньої частини корпусу, завдяки чому він краще охолоджується під час впуску холодної суміші і тепловий діапазон роботи свічки розширюється.

Ізолятор екранованої холодної свічки має високу механічну та елект-ричну міцність, корозійну стійкість, стійкість проти змочування, не вбирає вологу і має високу питому теплопровідність.

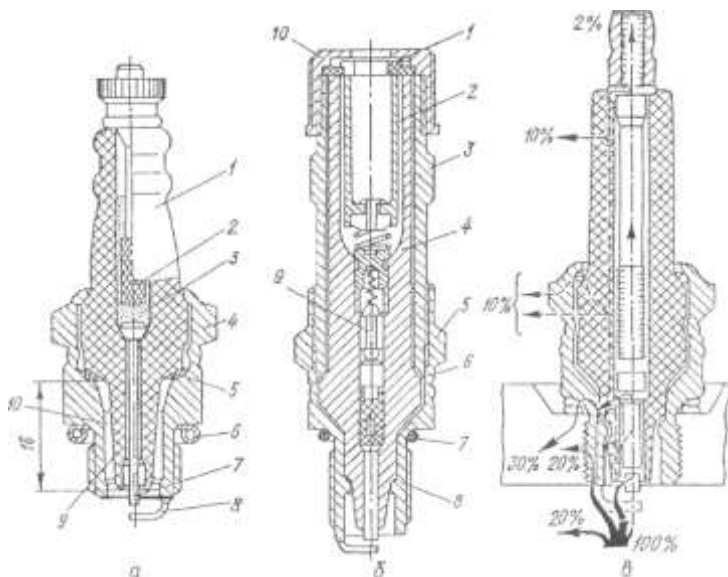


Рис. 4.4 – Свічки запалювання:

а – конструкція гарячої свічки: 1 – ізолятор; 2 – контактна головка; 3 – струмопровідний склогерметик; 4 – корпус; 5, 6 – прокладки; 7 – центральний електрод; 8 – бічний електрод; 9 – тепловий конус; 10 – робоча камера;

б – конструкція холодної екранована свічки: 1 – гумове ущільнення; 2 – контактний пристрій; 3 – екран; 4 – ізолятор; 5 – корпус із боковим електродом; 6 – шайба; 7 – ущільнювальне кільце; 8 – тепловідвідна шайба; 9 – заводоприглушувальний резистор; 10 – накидна гайка;

в – тепловий баланс свічки

Матеріал центрального і бічного електродів повинен мати високу корозійну та ерозійну жаростійкість і добру теплопровідність. Вони можуть утворювати різноманітні форми (рис. 4.5).

Свічка нормально працює при температурі теплового конуса ізолятора від 400-500 до 850-900°C. Нагар на теплому конусі ізолятора зникає після нагрівання його до температури 400-500°C, яку називають температурою самоочищення свічки. Коли температура деталей свічки перевищить 800-900°C, може виникнути передчасне займання суміші (жарове запалювання) під час процесу стискування, ще до моменту появи іскри.



Рис. 4.5 – Приклади конструкцій електродів свічок запалювання

Теплота, підведена до свічки (рис. 4.4в), відводиться від неї через різні елементи конструкції (корпус – 10%, ізолятор – 10%, центральний електрод – 30% і через робочу суміш, яка надійшла до камери згоряння – 20%). Діапазон зміни температури для всіх свічок майже однаковий, а теплові умови їхньої роботи на різних двигунах дуже відмінні. Тому одна й та сама свічка може мати температуру ізолятора на одному двигуні нижчу температури самоочищення, а на другому – вищу температури жарового запалювання. У зв'язку з цим випускаються свічки запалювання з різною тепловіддачею. Для кожного типу двигуна підбирається свічка з такою тепловіддачею, за якої температура ізолятора буде в необхідних границях.

На рис. 4.4а наведена свічка з великою, а на рис. 4.4б – з малою довжиною теплового конуса ізолятора. Мабуть, при роботі на одному і тому самому двигуні температура кінця ізолятора та центрального електрода у свічки на рис. 4.4а буде вища, ніж у свічки на рис. 4.4б. Тому свічку з більшою довжиною юбки називають гарячою, а з малою – холодною.

На високооборотних форсованих двигунах з високим ступенем стискування свічки передається значно більша кількість теплоти, ніж на низькооборотних двигунах із малим ступенем стискування. Тому для перших застосовуються холодні свічки, а для других – гарячі свічки.

Жарове запалювання – це воспламеніння робочої суміші від розжарених частин свіч запалювання.

У країнах СНД та на Україні жарове число вибирають із такого ряду чисел: 8; 11, 14, 17, 20, 23, 26.

Іскрові свічки за конструктивним виконанням різняться діаметром різьби та типом ущільнення, довжиною різьби на корпусі, жаровим числом. Свічки в країнах СНД маркують так:

— перша літера містить діаметр різьби на корпусі: А-М14 х 1,25;
М-М18 х 1,5;

— друга літера характеризує особливості конструкції свічки:
К — конусним ущільненням без прокладки; М — малогабаритна;

— після літер вказується жарове число з наведеного вище ряду; після жарового числа можуть бути літери Н або Д, які означають довжину різьбової частини корпусу: Н = 11 мм, Д = 19 мм. Якщо літер немає, то це означає, що довжина становить 12 мм;

— літера В означає, що тепловий конус ізолятора виступає за корпус;

— літера Т означає, що герметизація на з'єднанні «ізолятор — центральний електрод» виконана термоцементом.

При правильному регулюванні карбюратора, відповідності свічки двигуну за жаровим числом і хорошому стані циліндру поршневої групи тепловий конус ізолятора свічки може мати колір від сіро-жовтого до коричневого. Білий колір ізолятора означає, збіднену суміш, що готує карбюратор, або те, що свічка за жаровим числом є дуже гарячою.

Якщо тепловий конус покритий оксамитовим матово-чорним нагаром, то в карбюраторі готується дуже збагачена суміш або свічка холодна (має жарове число, вище за потрібне).

Якщо нагар маслянистий і щільний, то це свідчить про значне спрацювання циліндру поршневої групи або про те, що підібрана дуже холодна свічка. Якщо електрод, особливо центральний, має сильну ерозію, чи на тепловому конусі є краплі розплавленого металу, то це означає, що робоча суміш дуже збіднена або негерметично закріплено свічки.

Зазор між електродами свічки повинен бути 0,6-0,9 мм, він перевіряється щупом і регулюється підвертанням бічного електроду.

4.4 Роботи класичної батарейної системи запалювання

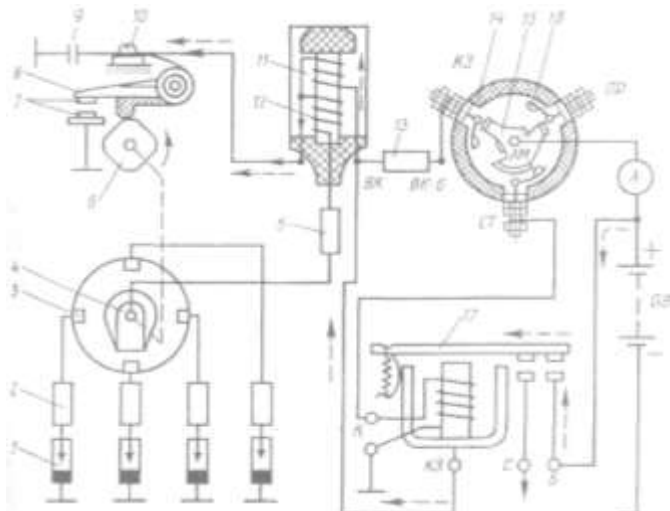


Рис. 4.6 – Напівмонтажна схема системи запалювання двигуна автомобіля ГАЗ-24-01 «Волга»:

1 – свічка запалювання; 2, 5 – приглушувальні резистори; 3 – кришка розподільвача; 4 – ротор розподільвача; 6 – кулачок; 7 – контакти переривача; 8 – важіль переривача; 9 – конденсатор; 10 – затискач переривача; 11, 12 – первинна та вторинна обмотки котушки запалювання; 13 – додатковий резистор із затискачами ВК і ВК-Б; 14 – вимикач запалювання із затискачами КЗ, СТ, ПР та АМ; 15 – контактна пластина; 16 – пружинний контакт; 17 – реле ввімкнення стартера із затискачами К, КЗ, С та Б

Коли запалювання ввімкнено і контакти переривача замкнено, в первинному колі протікає струм низької напруги.

Коло струму низької напруги (рис. 4.6): плюсовий вивід батареї – амперметр – затискач АМ – вимикач запалювання 14 – контактна пластина 15 – контакт 16 – затискач вимикача КЗ – додатковий резистор 13 – первинна обмотка 11 котушки запалювання – затискач 10 переривача – важіль 8 – контакти 7 переривача – корпус автомобіля – мінусовий вивід батареї.

Коло струму низької напруги переривається в момент, коли кулачок 6, набігаючи виступом на важіль 8 переривача, спричинює розмикання контактів 7.

У цей час у первинній обмотці 11 індукується ЕРС самоіндукції близько 200-300 В, а у вторинній — до 24 кВ і більше; в осерді та кільцевому магнітопроводі з'являються вихрові струми. Електроушійна сила, індукована у вторинній обмотці, створює між електродами свічок запалювання іскровий розряд, внаслідок чого у вторинному колі з'являється струм.

Коло струму високої напруги: вторинна обмотка 12 котушки запалювання – приглушувальний резистор 5 кришки розподільника – електрод ротора 4 розподільника – іскровий зазор – електрод кришки 3 – приглушувальний резистор 2 – центральний електрод свічки запалювання 1 – іскровий зазор – маса автомобіля.

Під час пуску двигуна стартером напруга акумуляторної батареї, а отже, й в первинній обмотці котушки запалювання, знижується, що знижує високу напругу. Щоб збільшити силу струму, контакти реле стартера замикаються та закорочують додатковий резистор 13.

4.5 Напівпровідникові системи запалювання

4.5.1 Контактно-транзисторна система запалювання

Високі вимоги, що ставляться до системи запалювання, не може задовольнити класична система батарейного запалювання, оскільки в цьому випадку реальним способом підвищення вторинної напруги є збільшення сили струму розвивання. Проте, якщо ця сила перевищить певне значення — (3,5-4,0 А при 12 В), то це призведе до ненадійної роботи контактів переривача та різкого скорочення терміну їхньої служби. А тому постала потреба створення нових пристроїв, які б дали змогу поліпшити умови займання робочої суміші в циліндрах.

Один із шляхів підвищення системою запалювання вторинної напруги — застосування напівпровідникових приладів, що працюють як керувальні ключі для переривання струму в первинній обмотці котушки запалювання. Як напівпровідникові реле найчастіше використовують потужні транзистори, здатні комутувати струми силою до 10 А в індуктивному навантаженні без будь-якого іскріння та механічного пошкодження, що притаманне контактам переривача.

Контактно-транзисторна система запалювання (рис. 4.7) складається з елементів, що їх містить і класична система батарейного запалювання, й відрізняється від неї наявністю транзистора та відсутністю конденсатора, який шунтує контакти переривача.

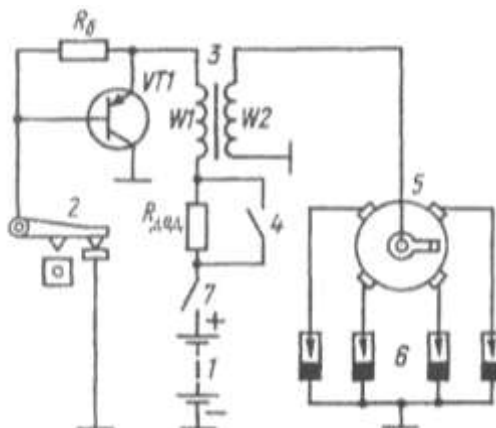


Рис. 4.7 – Принципова схема контактнo-транзисторної системи батaрейного запaлювання:

1 – акумуляторна батaрея; 2 – переривач; 3 – котушка запaлювання; 4 – вимикач додаткового резистора; 5 – розподільник; 6 – свічки запaлювання; 7 – вимикач

Схема має ту особливість, що в ній контакти переривача комутують тільки незначний струм бази i_b – струм керування транзистором, тоді як струм емітера i_e в силовому колі комутує транзистор. Слід зазначити, що ця особливість контактнo-транзисторної системи дає змогу позбутися головної вади класичної системи запaлювання. Вторинну напругу U_2 , яку розриває котушка запaлювання, в цій системі можна підвищувати у великих межах, оскільки збільшення струму i_p обмежують лише параметри транзистора, а не стійкість контактів переривача.

На автомобілях ЗІЛ-130, ГАЗ-53А та інших встановлена контактнo-транзисторна система (рис. 4.8) з комутатором 1 (ТК102), додатковим резистором 4 (СЕ-107) котушкою запaлювання 3 (Б-114) та восьмиискровим розподільником 5 типу Р13-Д, Р11-33 чи Р137.

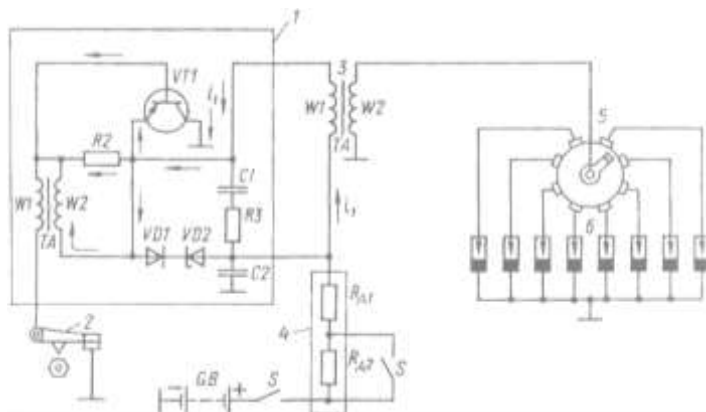


Рис. 4.8 – Схема контактно-транзисторної системи запалювання:

VT – транзистор ГТ701А; VD1 – діод Д220; VD2 – стабілітрон Д8П7В; С – конденсатор БМБ-І60-1; С2 – конденсатор К50-650 мкф, 25 В; R2 – резистор УЛІ-0,25-27; ТА – імпульсний трансформатор ($W1 = 57$, $W2 = 500$), 1 – транзисторний комутатор; 2 – переривач; 3 – котушка запалювання; 4 – блок резисторів; 5 – розподілювач; 6 – свічки запалювання

Система працює так. Коли запалювання ввімкнено і контакт переривача розімкнено то транзистор закритий і в первинному колі струм не протікає. У момент замикання контактів в переривача в колі керування транзистора протікає струм, силою не більше 0,8 А.

Стрілками на рис. 4.8 зображено шлях струму в колі керування транзистора: позитивний вивід батареї GB – вимикач запалювання S – додаткові резистори; СЕ-107 – первинна обмотка котушки запалювання – перехід емітер-база транзистора – первинна обмотка імпульсного трансформатора – контакти переривача 2 – корпус – негативний вивід акумуляторної батареї.

Внаслідок протікання струму керування через перехід між базою та емітером транзистора різко знижується опір переходу емітер-колектор транзистора з кількох сотень, до кількох часток ома, і він відкривається, вмикаючи коло струму низької напруги.

Коло струму низької напруги: позитивний вивід акумуляторної батареї – вимикач запалювання – додаткові резистори – первинна обмотка котушки запалювання – перехід емітер-колектор транзистора – корпус – негативний вивід батареї. Сила струму в первинному колі, коли транзистор відкритий, досягає 8 А у непрацюючому двигуні й знижується до 3 А із збільшенням частоти обертання його колінчастого вала. Після ввімкнення стартера вимикач запалювання вмикає реле, яке спричинює замикання контактів, і первинна обмотка котушки запалювання вмикається до акумуляторної батареї, міняючи резистор. Сила струму в первинному колі зростає, а разом із цим збільшується напруга у вторинному колі запалювання.

Розмикання контактів переривача супроводжує переривання струму керування транзистора, що спричинює різке підвищення опору транзистора, і він, закриваючись, вимикає коло струму первинного кола запалювання. У момент переривання струму керування у вторинній обмотці імпульсного трансформатора індукується ЕРС.

Імпульс ЕРС вторинної обмотки трансформатора діє в колі транзистора в напрямі, супротивному струму керування, внаслідок чого прискорюється закриття транзистора за 3-5 мкс, а отже, прискорюється переривання струму в первинній обмотці котушки, і різко зменшується магнітний потік. Енергія струму взаємоіндукції вторинної обмотки трансформатора втрачається на нагрівання резистора R2, який збільшує тривалість дії запірного імпульсу.

У вторинній обмотці котушки індукується ЕРС від 17 до 30 кВ, а в первинній обмотці котушки – ЕРС самоіндукції до 100 В.

Коло струму високої напруги: вторинна обмотка котушки – розподільвач – свічка запалювання – корпус.

ЕРС самоіндукції первинної обмотки котушки спричинює заряджання конденсатора C1 (1 мкф). Надалі, коли контакти переривача розімкнені конденсатор розряджається через первинну обмотку котушки.

Щоб запобігти перегріванню й пробиванню транзистора у разі збільшення ЕРС самоіндукції первинної обмотки, що може статися за малої частоти обертання колінчастого вала двигуна чи обривання в колі високої напруги, паралельно колу конденсатора C1 увімкнено коло з діода VD1 та стабілітрона VD2 із зустрічними напрямками прямих провідностей. Діод VD1 перешкоджає протіканню струму від акумуляторної батареї через стабілітрон VD2 поза первинною обмоткою котушки запалювання.

Зі збільшенням ЕРС самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання понад 80 В (напруга стабілізації) стабілітрон пропускає через себе струм самоіндукції, шунтуючи дану обмотку. Завдяки протіканню струму самоіндукції по колу стабілітрона VD2 і діода VD1 напруга на затискачах первинної обмотки знижується, а це запобігає перегріванню та пробиванню транзистора.

Якщо ЕРС самоіндукції стає меншою за 80 В, стабілітрон не проводить через себе струм, і ЕРС самоіндукції витрачається на заряджання конденсатора C1.

Електролітичний конденсатор C2, увімкнений паралельно до генератора, захищає транзистор від імпульсних перенапруг, що виникають у колі генератор – акумуляторна батарея. З надходженням імпульсу напруги від генератора конденсатор C2 заряджається, а це зменшує напругу й імпульс сили струму в колі транзистора, запобігаючи його перегріванню.

У контактно-транзисторній системі запалювання контакти переривача розвантажені від струму кола первинної обмотки котушки запалювання, що ліквідує окислення та ерозію контактів. Завдяки цьому вони не потребують зачищення в процесі експлуатації в межах 100-150 тис. км пробігу автомобіля. Крім цього, усунення окислення та підгоряння контактів переривача

запобігає зміні зазору між ними й розрегулюванню кута випередження запалювання під час експлуатації автомобіля.

Напруга у вторинному колі підвищується не менш як на 25% порівняно з класичною системою запалювання, а це збільшує енергію іскрового розряду.

Підвищення енергії іскрового розряду сприяє повному згорянню навіть збідненої робочої суміші, полегшує пуск двигуна та поліпшує приймальність і економічність двигуна (витрата пального знижується на 2%).

Прикладом імпоротної контактнотранзисторної системи запалювання є система «Перма тьонід» (рис. 4.9), яку розробила та застосувала на легкових і вантажних автомобілях фірма «Форд» (США). Система складається з таких елементів: котушки запалювання 3, переривача 2, розподільювача 4, вимикача запалювання S, транзисторного комутатора 1, що містить потужний транзистор VT1, стабілітрон VD1, спеціальний триобмоточний трансформатор ТА, конденсатори та резистори.

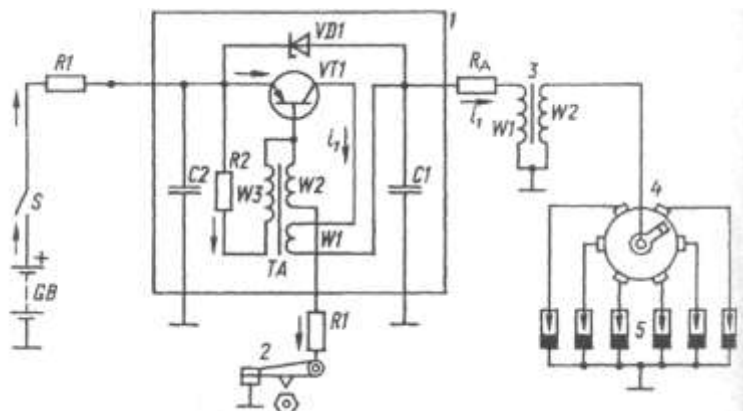


Рис. 4.9 – Принципова схема контактнотранзисторної системи запалювання фірми „Форд”:

1 – транзисторний комутатор; 2 – переривач; 3 – котушка запалювання; 4 – розподільювач; 5 – свічки запалювання

Система живиться від 12-вольтової акумуляторної батареї GB.
Принцип роботи системи такий, як і на автомобілях ЗІЛ та ГАЗ.

4.5.2 Транзисторна безконтактна система запалювання

Застосування безконтактних транзисторних систем запалювання дає змогу усунути вади контактної-транзисторних систем завдяки великій точності подачі іскри і відсутності контактів.

На рис. 4.10 наведено принципову схему транзисторної безконтактної системи запалювання з накопиченням енергії в індуктивності з магнітоелектричним датчиком. Схема працює так. Коли хрестоподібний магніт нерухомий, транзистор $VT1$ закритий, і струм у первинній обмотці $W1$ котушки запалювання 3 не протікає. Коли магніт обертається, в обмотці датчика 2 індукується змінна ЕРС, яка керує транзистором. Під час позитивних півперіодів напруги на датчику транзистор перебуває в стані насичення, а негативних і у стані відтину. Коли транзистор відкритий, від акумуляторної батареї через перехід емітер-колектор і первинну обмотку котушки запалювання протікає струм. За негативної ЕРС транзистор закривається, струм у первинній обмотці переривається і у вторинній обмотці індукується значна ЕРС.

Кількість пар полюсів магніту датчика має відповідати кількості циліндрів двигуна. Як бачимо зі схеми, контакти переривача замінено безконтактним датчиком.

На автомобілях, що випускаються в країнах СНД, застосовують два типи датчиків: магнітоелектричний і напівпровідниковий, керований магнітним потоком із використанням ефекту Холла. На іноземних автомобілях, крім названих датчиків, також застосовуються індуктивні, фотоелектричні, п'єзоелектричні, ємнісні та ін.

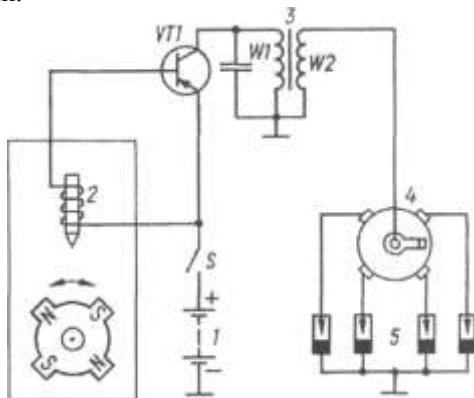


Рис. 4.10 – Принципова схема безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним датчиком:

1 – акумуляторна батарея; 2 – магнітоелектричний датчик; 3 – котушка запалювання; 4 – розподільнич; 5 – свічки запалювання

Отже, замість переривачів у класичній і контактнотранзисторній системах запалювання безконтактній транзисторній застосовано датчики-розподільвачі. Виготовляють їх на базі традиційних переривачів-розподільвачів, однак вузол переривача замінюють безконтактним датчиком.

Принципову схему магнітоелектричного датчика наведено на рис. 4.11. Під час обертання зубчастого магніту в обмотці статора, згідно із законом індукції, виникає змінна напруга. Коли один із зубців магніту наближається до обмотки, напруга в ній швидко зростає, досягає максимуму, потім зубець розміщується на середній лінії обмотки, після цього, коли він віддаляється, швидко змінює знак і збільшується в протилежному напрямі до максимуму. Напруга дуже швидко змінюється від позитивного максимуму до негативного, тому нульовий перехід між ними можна використати для керування системою запалювання.

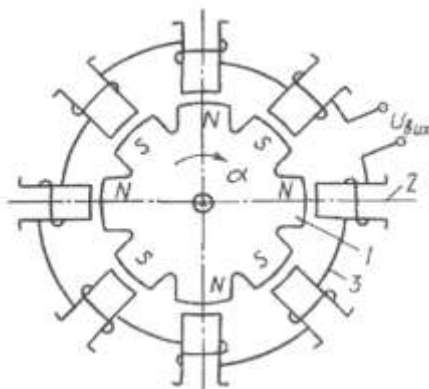


Рис. 4.11 – Принципова схема магнітоелектричного датчика для чотирьохциліндрового двигуна:
1 – магніт; 2 – статор; 3 – обмотка

Зубчастий магнітний ярів встановлено у звичайний корпус переривача. Кількість зубців залежить від кількості циліндрів і тактності двигуна. Напруга, яку виробляє генераторний датчик, залежить від частоти обертання якоря та його конструкції, і має забезпечити надійність запалювання навіть з малої частоти обертання під час пуску двигуна.

Останнім чалом на автомобілях широко застосовують датчики, принцип дії яких ґрунтується на ефекті Холла (рис.4.12).

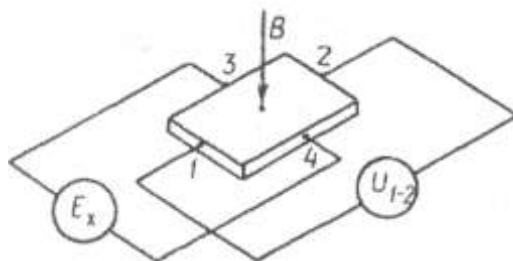


Рис. 4.12 – До принципу дії датчика Холла

Ефект Холла виникає в пластині, через яку протікає струм 1, коли під прямим кутом на неї діє магнітне поле B . Максимально виявляється цей ефект у пластинах з напівпровідникового матеріалу (германію, кремнію, арсеніду, галію, індію).

Величина ЕРС Холла дуже мала і тому має бути підсилена поблизу пластини для того, щоб усунути вплив радіоелектричних перешкод. Тому конструктивно і технологічно елемент Холла і підсилювальна схема містять підсилювач 4, тригер Шмідта 5, вихідний транзистор 6 та стабілітрон напруги 7, який виготовлено в вигляді інтегральної схеми (рис. 4.13).

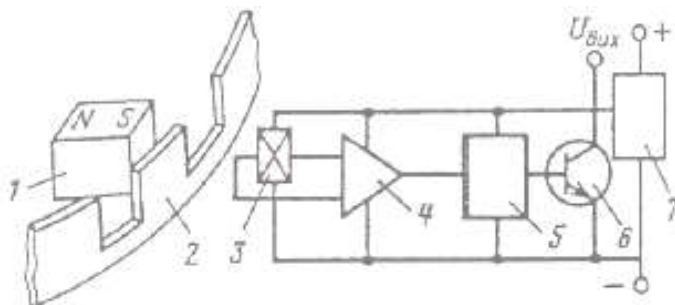


Рис. 4.13 – Схема безконтактного мікроперемикача, що працює на ефекті Холла:

1 – магніт; 2 – ротор; 3 – чутливий елемент; 4 – підсилювач; 5 – тригер Шмідта; 6 – вихідний транзистор; 7 – стабілізатор напруги

Якщо обертається вал розподільвача, а з ним і ротор 2, то магнітне поле, створене постійним магнітом 1, закривається екраном чи відкривається при проходженні прорізу. Якою магнітне поле потрапляє на поверхню пластини, створюється ЕРС Холла, яка підсилюється підсилювачем 4 і надходить до бази вихідного транзистора 6, який відкривається. При закриванні екраном магнітного потоку в пластині не виникає ЕРС Холла і вихідний транзистор закривається.

Отже, на виході мікросхеми знімаються сигнали прямокутної форми.

Датчик-розподільвач 24.3706 (рис. 4.14) складається з таких основних вузлів: магнітоелектричного генераторного датчика із статором 13 та ротором 21, відцентрового регулятора 16, вакуумного регулятора 6. Корпус 3 вилито з алюмінієвого сплаву, а у хвостовій його частині розміщено пластину 2 октан-коректора, призначеного для ручного регулювання моменту іскроутворення та кріплення датчика-розподільвача на двигуні.

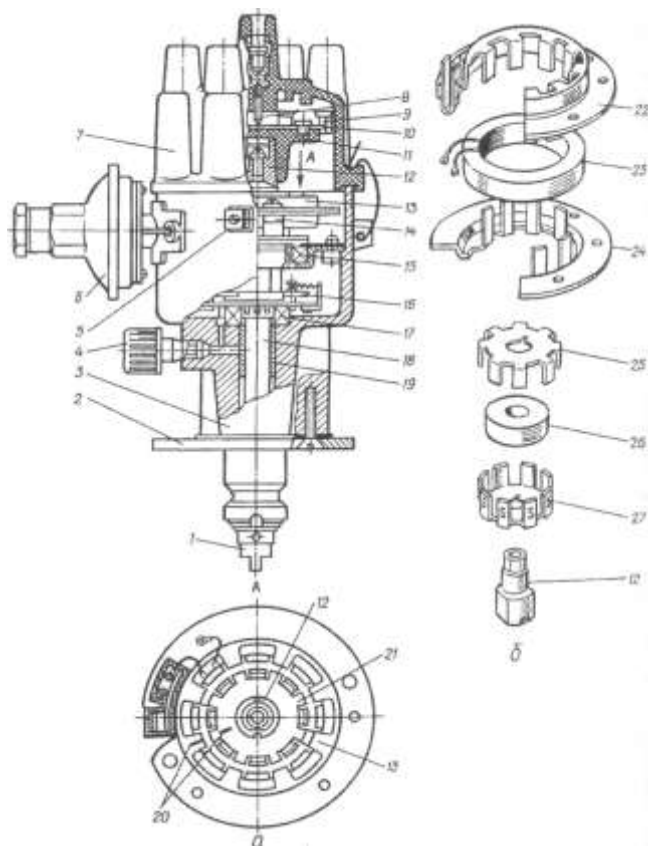


Рис. 4.14 – Датчик-розподільвач 24.3706:

а – загальний вигляд; б – конструкція датчика; 1 – приєднувальний шип; 2 – пластина; 3 – корпус; 4 – маслянка; 5 – вивід; 6 – вакуумний регулятор; 7 – кришка; 8 – вугільний контакт; 9, 10 – електроди; 11 – бігунець-розподільвач; 12 – втулка; 13 – статор; 14 – опора; 15, 17, 19 – підшипники; 16 – відцентровий регулятор; 18 – вал; 20 – позначки; 21 – ротор; 22, 24 – полюсні пластини; 23 – обмотка; 25, 27 – обойми

Датчик-розподільник приводиться в рух через приєднувальний шип 1, який закріплено на валику 18. Для змащування підшипника 19 валика 18 та упорного підшипника 17 у корпусі поставлено маслянку 4.

Ротор 21 датчика – це кільцевий постійний магніт 26 із щільно притисненими до нього зверху та знизу 8-полюсними обоймами 25 і 27, що міцно закріплені в втулці 12, на верхній частині якої розміщено бігунець 11 високовольтного розподільного пристрою. У нижній частині втулки 12 є паз; в який входить виступ втулки, нерухомо закріплений на повідковій пластині ротора.

Статор 13 датчика – це обмотка 23, вміщена в 8-полюсних пластинах 22 і 24, з'єднаних між собою заклепками. Статор має один ізолюваний вивід 5, розміщений на корпусі розподільника. Другий кінець обмотки проводами з'єднано з корпусом. Статор 13 за і допомогою опор 14 поставлено на рухомій пластині, нерухомо закріплений на внутрішній обмотці підшипника 15. Зовнішню обойму підшипника 15 закріплено нерухомо щодо корпусу 3. Рухомі пластина шарнірно з'єднана з тягою вакуумного регулятора 6.

Отже, відцентровий регулятор забезпечує зміну випередження запалювання, повертаючи ротор датчика відносно статора, а вакуумний регулятор повертає статор відносно ротора.

Високовольтний розподільний пристрій має кришку 7 із дев'ятьма виводами. З внутрішнього боку в центральному виводі розміщено рухомий вугільний контакт 8, який забезпечує електричний контакт між центральним виводом і електродам 10 бігунця 11. Через електроди 9 висока напруга надходить до 8 високовольтних виводів, призначених для приєднання з проводами високої напруги від свічок запалювання. Для встановлення початкового кута випередження запалювання на роторі й статорі датчика зроблено позначки 20, які мають збігатися, якщо колінчастий вал двигуна; перебуває в положенні, що відповідає моменту іскроутворення в першому циліндрі.

Датчик-розподільник 40.3706 (рис. 4.15) має чутливий елемент із мікросхемою, описаною вище. Цей датчик горизонтального типу і має корпус 5, вилитий з алюмінієвого сплаву. Датчик-розподільник приводиться в рух через муфту 1 і вал 2, на протилежному кінці якого розміщено бігунець 11. Висока напруга між свічками запалювання розподіляється за допомогою виводів, розміщених на кришці 10, прикріпленій до корпусу 5 трьома гвинтами 12. Високовольтну частину пристрою відокремлено від решта конструкції перегородкою 9. Вал 2 обертається у втулках 3 та 6. Сальник 4 перешкоджає потраплянню масла у внутрішню частину корпуса. До рухомої пластини 7, на якій закріплено напівпровідниковий датчик 13- із магнітом, приєднано тягу від вакуумного регулятора 18.

Три виводи датчика проводами з'єднано з виводами штекера 17. У прорізі датчика ІЗ обертається ротор (шторка) 14, який втулкою 15 з'єднаний із повідковою пластиною відцентрового регулятора 16.

Отже, під час роботи відцентрового регулятора повідкова пластина повертає замикач відносно датчика, а під час роботи вакуумного регулятора датчик разом із рухомою пластиною повертається відносно замикача.

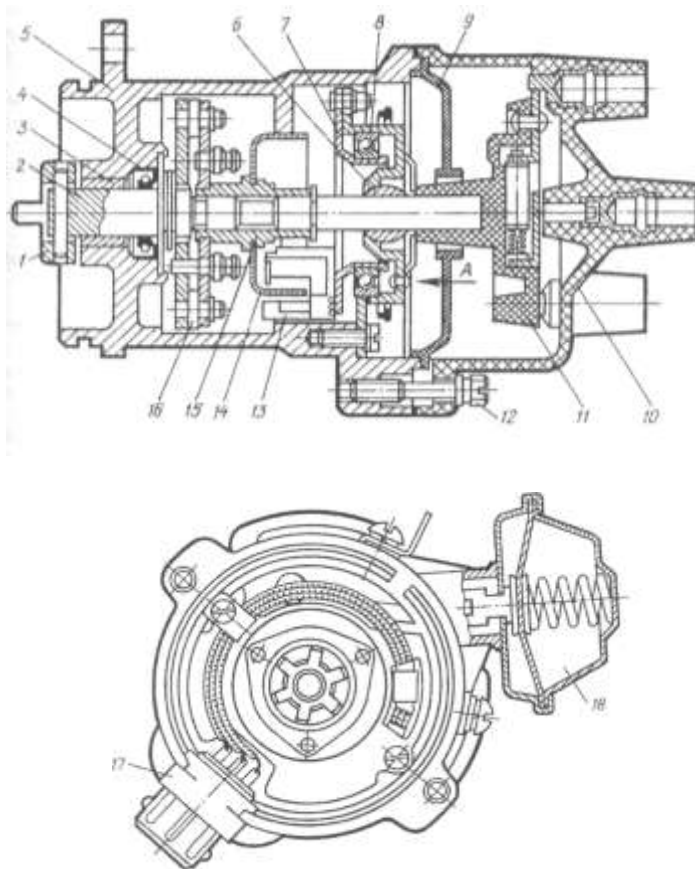


Рис. 4 15 – Датчик-розподільувач 40.3706:

1 – муфта; 2 – вал; 3, 6 – втулки; 4 – сальник; 5 – корпус; 7 – рухома пластина; 8 – підшипник; 9 – перегородка; 10 – кришка; 11 – бігунець; 12 – гвинт; 13 – датчик Холла; 14 – ротор-шторка; 15 – втулка; 16 – відцентрований регулятор; 17 – штекер; 18 – вакуумний регулятор

Катушки запалювання в безконтактних системах запалювання мають таку саму конструкцію, що й у контактних. Обмотки з'єднано за автотрансформаторною схемою. Особливістю конструкцій є відносно низький опір первинної обмотки (0,5 Ом), що дає змогу здобувати стабільні вихідні характеристики, із зменшенням напруги живлення до 6 В.

Усі високовольні деталі системи виготовлено зі спеціальної пластмаси типу склонаповненого напівбутилентерефталату, дутостійкої, яка з великим запасом витримує утворювану системою високу напругу.

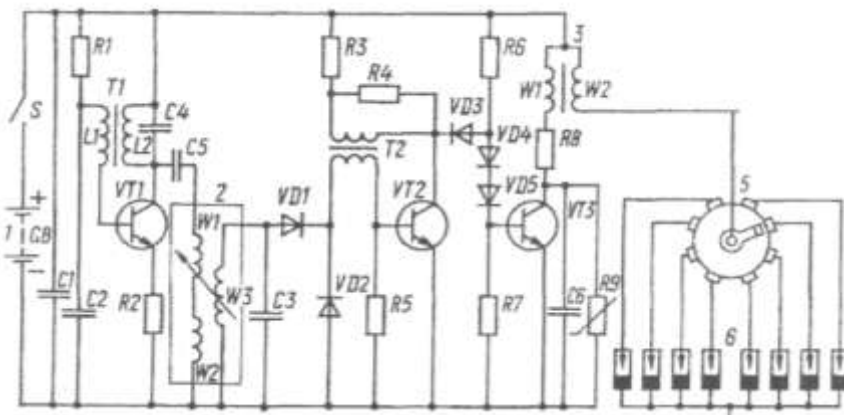


Рис. 4.16 – Схема системи запалювання з безконтактним індуктивним датчиком фірми „Лукас”:

1 – акумуляторна батарея; 2 – датчик; 3 – котушка запалювання; 4 – електронний комутатор; 5 – розподільувач; 6 – свічки запалювання

Фірма «Лукас» (Англія) випускає безконтактну транзисторну систему запалювання «Опус-3» (рис. 4.16). Ця система має котушку запалювання 3, індуктивний датчик, імпульсів 2 з імпульсним генератором, розподільувач високої напруги 5 та електронний комутатор 4. Високочастотний генератор імпульсів вмонтовано в корпус переривача разом із датчиком. Високочастотний генератор імпульсів (осцилятор) складається з транзистора VT1 і коливального контуру, який увімкнено в колекторне плече транзистора.

У момент вмикання замка запалювання S зразу ж починають вироблятися високочастотні коливання. Джерелом цих коливань є нелінійний LC-осцилятор із так званим налагодженим колекторним колом. Позитивний зворотний зв'язок погрібний для здобуття високочастотних коливань, призначений для компенсації втрат у коливальному контурі, що складається з індуктивності L1 і конденсатора C2; проводиться за допомогою обмотки трансформатора, який увімкнено в коло бази транзистора VT1.

Під час вмикання замка запалювання напруга на виході генератора імпульсів в обмотці W3 недостатня для відкриття транзистора VT2. Транзистор VT2 відкривається лише тоді, коли після запуску двигуна якась феритова пластинка виявиться близько обмоток статора, тобто генератора імпульсів, і з'явиться зв'язок між первинною W1 і вторинною W2 обмотками. Якщо транзистор VT2 відкривається, то він зніме різницю потенціалів між базою та емітером силового VT3, який був до нього відкритий і пропускав струм через первинну обмотку котушки запалювання. Отже, VT3 закриється і перерве первинне коло. У вторинній обмотці котушки запалювання з'явиться струм високої напруги. Трансформатор T2, розміщений між колектором і базою

транзистора VT2, прискорює закриття транзистора. Із закриттям транзистора VT2 потенціал колектора різко збільшується до потенціалу напруги живлення. Внаслідок швидкої зміни напруги в обмотці, увімкненої у коло бази транзистора, індукуються напруга протилежного знака. База стає негативною щодо емітера, і транзистор швидко закривається.

Електронний комутатор розміщено в алюмінієвому корпусі з ребристою поверхнею. Монтаж більшої частини схеми виконано друкованим способом.

4.5.3 Тиристорна система запалювання

У тиристорних системах запалювання енергія для іскрового розряду накопичується в конденсаторі, а як силове реле застосовано тиристор. У цих системах котушка запалювання не накопичує енергію, а лише перетворює напругу.

Тиристорні системи запалювання застосовують здебільшого на потужних і високооборотних двигунах, оскільки швидкість наростання вторинної напруги в них приблизно в 10 разів більша, ніж у класичних чи транзисторних системах запалювання. Тому пробивання іскрового зазору свічки надійно забезпечено навіть тоді, коли ізолятори свічки забруднені й покриті нагаром. Завдяки цьому тиристорні системи запалювання не чутливі до втрат струму через забруднений ізолятор свічки. Сила струму під час іскрового пробивання запалювання велика, а тривалість розрядження порівняно мала (не більше 300 мкс).

Як приклад розглянемо тиристорну систему запалювання з імпульсним накопиченням енергії у конденсаторі (рис. 4.17).

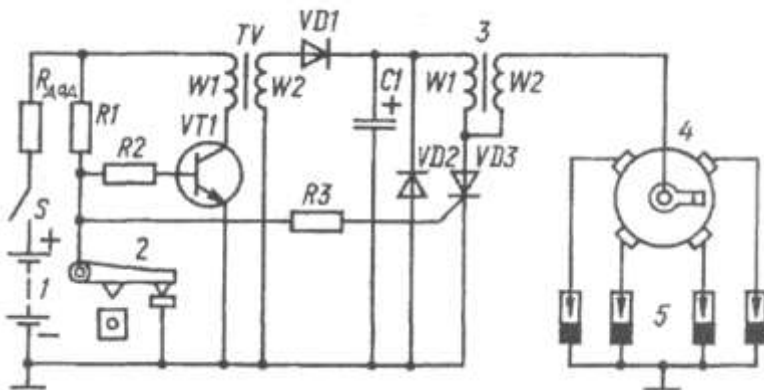


Рис. 4.17 – Принципова схема тиристорної системи запалювання:

- 1 – акумуляторна батарея; 2 – переривач; 3 – котушка запалювання; 4 – розподільвач; 5 – свічки запалювання

Система складається з транзистора VT1, що працює в режимі ключа; підвищувача трансформатора TV із замкнутим магнітопроводом; накопичувального конденсатора C1 та котушки запалювання 3. Увімкненням вимикача S і при розімкнутих контактах переривача 2 транзистор VT1 переходить у відкритий стан. Струм бази протікає від батареї 1 через резистори R_d , R1, R2 на базу-емітер і на масу. Через відкритий транзистор протікає струм по первинній обмотці трансформатора: «+» акумулятора – додатковий резистор R_d – первинна обмотка W1 – колекторно-емітерний перехід транзистора VT1 – маса. В трансформаторі створюється магнітне поле.

Коли контакти переривача замикаються, то вони шунтують коло бази транзистора, і він закривається, внаслідок чого струм в первинній обмотці трансформатора припиняється, а у вторинній обмотці трансформатора W2 виникає ЕРС, яка через діод BDI заряджає конденсатор C1 до 200-400 В. Тиристор BD3 у цей час закритий, оскільки його коло керування шунтоване контактами переривача 2.

Із розмиканням контактів переривача 2 з'являється струм керування тиристора. Від батареї 1 через резистори R_d , R1, R3 струм потрапляє на керуючий електрод, і тиристор BD3 проводить струм. Конденсатор C1 розряджається через первинну обмотку W1 котушки запалювання 3. В обмотці W2 індукується імпульс високої напруги.

У розглянутій тиристорній системі запалювання можна здобути більш високу швидкість зростання вторинної напруги U_2 , що зменшить вплив на неї забруднення. Крім цього, в розглянутій системі запалювання напруга U_2 може бути практично незмінною із зміною числа обертів від пускових до максимальних, оскільки конденсатор встигає повністю зарядитися на всіх режимах роботи двигуна.

На автомобілях «Мерседес Бенц», «Перше», «Альфа Ромео», «Мазараті» застосовується контактнo-тиристорна система запалювання німецької фірми «Бош».

4.6 Основні відмовлення і несправності приладів системи запалювання, вплив їх на роботу двигуна

У процесі експлуатації систем запалювання потрібно уважно стежити за монтажем їхніх елементів. З'єднання проводів між собою, а також корпусів апаратів із «масою» мають забезпечувати надійний контакт. У контактнo-транзисторних, безконтактних та мікропроцесорних системах запалювання категорично заборонено замикати накоротко вивідні затискачі, а також перемикаєти з'єднувальні проводи, що не передбачено монтажною електросхемою автомобіля.

Під час експлуатації автомобіля в системі запалювання можуть виникнути різні несправності, а саме: не запускається двигун; двигун запускається, однак після вимикання стартера зупиняється; двигун запускається

важко; не працює один або кілька циліндрів двигуна; циліндри двигуна працюють із перебоями; зниження потужності та економічності двигуна.

Двигун не запускається. Під час обертання колінчастого вала двигуна стартером чи пусковою ручкою не виникає іскровий розряд між електродами всіх свічок запалювання, немає спалахів робочої суміші в окремих циліндрах двигуна.

Основні несправності: обривання чи пробивання ізоляції високовольтного проводу, який з'єднує котушку запалювання з розподільником; несправний ротор розподільника; пробивання ізоляції вторинної обмотки котушки запалювання; обривання проводів у колі низької напруги, пробивання транзистора в комутаторі безконтактної або контактно-транзисторної системи; замаслювання, велике окислення чи підгоряння контактів переривача; замикання затискача переривача або важільця з корпусом; обривання провідника конденсатора або замикання його обкладок між собою (у контактній системі запалювання).

У безконтактній транзисторній системі запалювання виникнуть і інші несправності, які спричиняють відмову датчика та транзисторного комутатора.

Не працює один чи кілька циліндрів двигуна.

Основні несправності: не працює свічка запалювання; несправні приглушувальні резистори в наконечниках високовольтних проводів обривання або пробивання ізоляції високовольтного проводу, підімкненого до свічки; пробивання кришки розподільника.

Маючи ці несправності, двигун працює нестійко, значно знижується його потужність, він дуже коливається на опорах, збільшується витрата пального.

З'ясовано, що коли не працює один циліндр, втрата пального в 4-циліндровому двигуні зростає приблизно на 30%, а у 8-циліндровому – на 15%.

Двигун запускається, але після вимикання стартера зупиняється.

Основні несправності: обривання або перегорання додаткового резистора котушки запалювання; обривання чи поганий контакт у наконечниках проводу, який з'єднує затискач вимикача запалювання з додатковим резистором (затискач ВК-Б або «+»); несправний вимикач запалювання.

Під час пуску двигуна стартером коло струму первинної обмотки котушки запалювання замикають за допомогою реле ввімкнення стартера або тягового реле, тому обривання резистора й кола до котушки запалювання не впливають на роботу системи запалювання, і двигун запускається. Щоб забезпечити роботу двигуна в дорожніх умовах, обірваний резистор потрібно замінити, а коли нового немає – замкнути провідником обидва затискачі несправного резистора.

Двигун запускається важко. В період пуску двигуна виникають нерегулярні спалахи робочої суміші в окремих його циліндрах. Проте, після пуску та прогрівання двигун працює нормально.

Основні несправності: розряджена акумуляторна батарея; нагароутворення на нижній і волога на верхній частинах ізолятора свічок запалювання; волога на роторі та кришці розподільника.

Якщо акумуляторна батарея розряджена, то під час пуску двигуна стартером напруга на ній дуже знижується. Це можна бачити, насамперед, із поганої роботи стартера. Крім цього, зменшується сила струму в первинній обмотці, а отже, і напруга у вторинній обмотці котушки запалювання. Коли напруга у вторинній обмотці котушки запалювання мала, іскра між електродами свічок запалювання не виникає.

Циліндри двигуна працюють з перебоями. Двигун працює нерівномірно, коли плавно відкривати дросельну заслінку, і виникають значні коливання на опорах у режимі холостого ходу.

Основні несправності: погіршився контакт у місцях прикріплення проводів на затискачах приладів; послабилося кріплення переривача-розподільовача до двигуна; спрацювалися рухомі деталі переривача; обірвалися проводи між його рухомими та ; нерухомими дисками; зменшилася пружність пружини важільця переривача; окислилися чи замаслилися контакти переривача; змінився зазор між ними; послабилося кріплення корпусу конденсатора до корпусу переривача-розподільовача; зменшилася ємність конденсатора; несправна котушка запалювання; пошкоджено кришку розподільовача; порушився зазор між електродами свічок запалювання; утворився надмірний нагар на ізоляторах свічок; виникли тріщини у них; підвищилися напруга генератора (для безконтактних транзисторних систем запалювання).

Зниження потужності та економічності двигуна. Під час руху автомобіля двигун розвиває невелику потужність, частіше доводиться вмикати низькі передачі, двигун втрачає приймальність, у разі збільшення навантаження чути детонаційні стукотіння, двигун перегрівається, збільшується витрата пального.

Основні несправності: неправильно поставлене запалювання; несправні регулятори випередження запалювання; порушена зазор між контактами переривача.

Неправильно поставлене запалювання дуже впливає на потужність, економічність і стійкість роботи двигуна. Якщо іскра між електродами свічки утворюється з великим випередженням, то різко підвищується тиск газів у циліндрі до того, як поршень стане у ВМТ, а це перешкодить його руху. Внаслідок цього зменшується потужність та економічність двигуна. Крім цього, погіршиться сприйнятливість двигуна і під навантаженням він працюватиме із стукотінням, а на малій частоті обертання працюватиме нестійко.

4.7 Перевірка технічного стану і регулювання приладів системи запалювання

Під час ТО-I автомобіля особливу увагу приділяють системі запалювання, оскільки в процесі його експлуатації велика частка відмов припадає саме на неї. Перевіряють кріплення розподільвача (датчика-розподільвача), котушки запалювання, транзисторного комутатора, конденсатора, блоку опорів, свічок запалювання, надійність посаджений проводів високої напруги. Усі апарати та проводи ззовні очищають; від пилу, бруду та масла. Коли в системі запалювання є переривач-розподільвач чи датчик-розподільвач, особливу увагу приділяють, йому. Цей прилад потребує найкращого догляду, оскільки його деталі, що труться, зазнають спрацювання, і їх треба систематично змащувати.

Під час ТО-I ззовні оглядають розподільник (датчик-роаподільвач), перевіряють стан корпусу, кріплення вузлів та деталей, осьовий і радіальний люфт кулачків і валика переривача. Повертаючи рухомий диск, перевіряють стан кулькового підшипника. Змащують переривач-розподільвач чистим маслом від двигуна. Маслянкою крапають одну-дві краплі масла на вісь важільця і фільтц й чотири-п'ять — на втулку кулачка. Потрібно уникати потрапляння масла на контакти. Для змащування підшипників повертають на один-два оберти кришку ковпачкової маслянки на корпусі розподільника. Під час ТО-2 автомобіля система запалювання також потребує підвищеної уваги. У цьому випадку розподільвачі класичної та контактно-транзисторної систем запалювання, не знімаючи з автомобіля, очищають, ззовні від пилу, бруду та масла. Знявши кришку, очищають її внутрішню поверхню, протирають контакти, змащують підшипники, фільтц, вісь важільця та кулачкової муфти. Внутрішню поверхню кришки доцільно протирати чистою ганчіркою, змоченою в бензині.

Датчики-розподільвачі також очищають і змащують у точках, передбачених інструкцією з експлуатації.

Під час ТО-2 також перевіряють і регулюють зазор між контактами переривача за допомогою плоского щупа. Перед цим заводною ручкою обертають колінчастий валу двигуна доти, доки кулачок переривача не стане в положення повного розмикання контактів. Щуп вставляють у зазор між контактами і він повинен входити щільно без розведення контактів.

Зазор між контактами переривача регулюють, послабляючи гвинт кріплення пластини, нерухомого контакту та обертаючи регулювальний ексцентрик, далі закручують гвинт і знову перевіряють зазор між контактами. Він повинен бути в межах 0,35-0,45 мм.

Після знімання розподільвача (датчика-розподільвача) з двигуна і встановленні його на місце необхідна установка моменту запалювання. Для цього викручують свічку з першого циліндра і, обертаючи заводною ручкою колінчастий вал, визначають такт стиску. Початок такту стиску визначають за пострілом паперової пробки, якою закрили свічковий отвір у першому циліндрі. У ВМТ поршень остаточно стане, коли збіжаться установці стріл-

ки на картері спереду (чи ззаду) двигуна і позначки на шківі колінчастого вала (чи маховика). Вал переривача-розподільвача ставлять на посадкове місце так, щоб бігунець був спрямований у бік гнізда, яке відповідає першому циліндру. Після цього повертають корпус переривача (датчика-розподільвача) до повного замикання контактів, а потім – назад до положення, яке відповідає початку розмикання контактів. Якщо до контактів паралельно підімкнено контрольну лампу, то при ввімкненні запалювання вона засвічуватиметься; а це свідчитиме про початок розмикання контактів.

У цьому положенні корпус переривача фіксують, ставлять на місце кришку розподільвача, приєднують високовольтні проводи згідно з порядком роботи двигуна, а також ставлять на місце свічку першого циліндра.

Перевірити та установити початковий момент запалювання можна за допомогою стробоскопів Е-102, Е-215 або ПАС-2, а також стробоскопічних пристроїв, що їх додають до мотор-тестерів («Елкон», «Палтест» та ін.).

4.8 Устаткування, застосування при експлуатації систем запалювання

4.8.1 Прилад для перевірки свічок запалювання Е-203П

Цей прилад призначений для випробування свічок запалювання на герметичність, а також для перевірки їх на іскроутворення під тиском, який відповідає максимальному тиску в циліндрах двигунів наприкінці такту стиску.

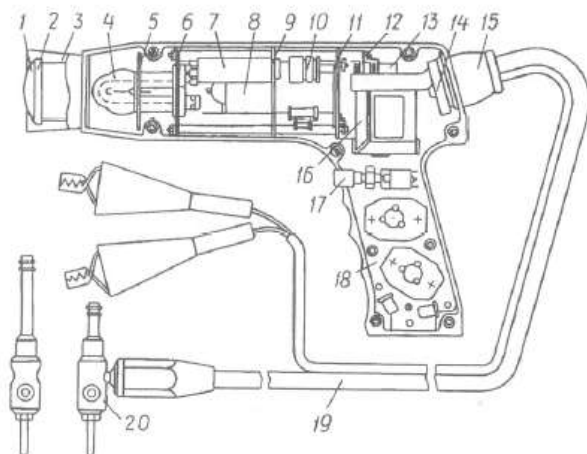


Рис. 4.18 – Загальний вид приладу Е-102:

1 – кільце; 2 – лінза; 3 – оправка; 4 – лампа; 5 – екран; 6, 9, 11, 12, 18 – плати; 7 – резистор; 8 – конденсатор С2; 10 – конденсатор С1; 13 – діод Д1; 14 – хомут; 15 – втулка; 16 – трансформатор; 17 – кнопка; 19 – провід; 20 – перехідник

4.8.2 Мотор-тестер „Елкон S-300”

Цей прилад призначений для перевірки та діагностування двигунів внутрішнього згорання з іскровим запалюванням. Він дає змогу вимірювати: первинну напруги системи запалювання в межах 0-400 В; вторинну напругу в межах 0-40 кВ; кут замкненого стану контактів; різницю потужності циліндрів; частоту обертання колінчастого валу двигуна; кут випередження запалювання.

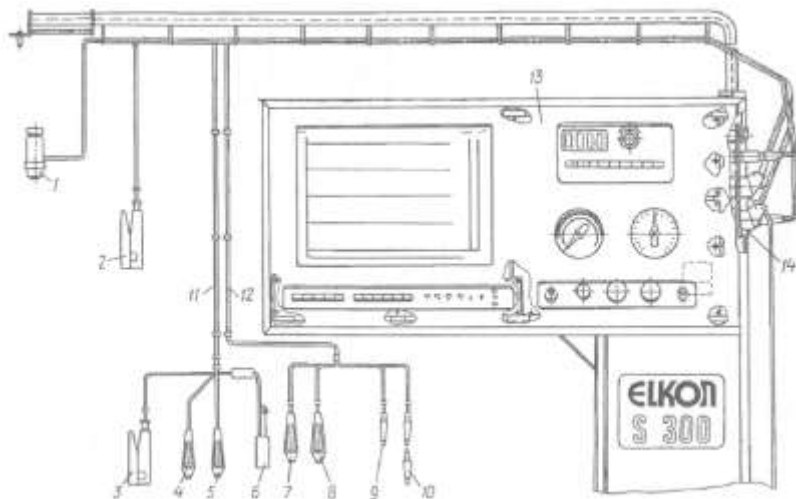


Рис. 4.19 - Мотор-тестер „Елкон S-300”

Діагностування системи запалювання полягає у вимірюванні значення (форми) діагностичного параметра та в його порівнянні з нормальним значенням (формою).

Загальний вигляд панелі приладів і кабелів для з'єднання для мотор-тестера з двигуном, що перевіряється, наведено на рис. 4.19, на якому:

1 – стробоскопічна лампа для вимірювання запалювання з вимикачем і потенціометром налагодження; 2 – струмовимірювальний затискач; 3 – затискач проводу 1-го циліндру; 4 – кабель із зеленим затискачем для подавання сигналу первинної напруги; 5 – кабель із чорним затискачем для підключення до маси автомобіля; 6 – емнісний зонд для послідовного під'єднання між центральним виводом котушки запалювання та проводом високої напруги; 7 – кабель з чорним затискачем для підключення до позитивного затискача акумуляторної батареї; 8 – кабель з чорним затискачем для підключення до негативного затискача акумуляторної батареї; 9 – затискач червоного кольору для підключення до ізольованого кінця випробуваного електроконтуру; 10 – затискач чорного кольору для підключення до маси автомобіля; 11 – жмут кабелів для випробування системи запалювання; 12 – жмут кабелів для вимірювання напруги та сили струму в системах автомобіля; 13 – панель мотор-тестера „Елкон S-300”; 14 – рознімачі для з'єднань кабелів мотор-тестером.

Питання для перевірки знань

- 1 Призначення системи запалювання та її види.
- 2 Що називають пробивною напругою? Які фактори впливають на її значення?
- 3 Що таке момент запалювання? Від чого він залежить і на що впливає?
- 4 Що таке коефіцієнт запасу?
- 5 Поясніть принцип дії контактної системи запалювання.
- 6 Опишіть будову котушки запалювання. Які особливості двовивідних котушок?
- 7 Які основні деталі має переривач-розподільювач і як він працює?
- 8 Будова свічки запалювання. Як добирають і маркують свічки?
- 9 Основні несправності контактних систем запалювання.
- 10 Будова і робота контактнo-транзисторної системи запалювання.
- 11 Переваги контактнo-транзисторної системи запалювання.
- 12 Яка основна відмінність безконтактної системи запалювання від контактнo-транзисторної?
- 13 Поясніть принцип дії датчика Холла. Назвіть основні вузли та деталі датчика-розподільювача 40.3706.
- 14 Як працює генераторний датчик?
- 15 Чому робоча суміш має займатися раніше, ніж поршень дійде до В.М.Т..
- 16 Як регулюють кут випередження запалювання зі збільшенням частоти обертання в різних системах запалювання?
- 17 Як має змінюватися запалювання зі зміною навантаження двигуна?
- 18 Які основні принципи побудови цифрових систем запалювання?
- 19 Як працює система запалювання з комутатором 13.3734.01?
- 20 Як працює транзисторний комутатор 36.3734?
- 21 Поясніть будову та принцип дії двоканального комутатора 42.3734.
- 22 Назвіть основні операції технічного обслуговування системи запалювання.
- 23 Який принцип встановлення запалювання на двигуні?

Література

- 4 – ст. 74-136; 12 – ст. 18-33, 60-78; 15 – ст. 109-155; 23 – ст. 73-94;
24 – ст. 107-179.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. Учебник для ВУЗов – М. ЗАО «КЖИ» «За рулем», 2003.
2. Банников С.П. Электрооборудование автомобилей. – М.: Транспорт, 1977.
3. Боровских Ю.И., Гутинев Н.И. Электрооборудование автомобилей. – К.: Вища шк., 1988.
4. Бронштейн М.И. Электричне і електронне обладнання автомобілів: Навчальний посібник – К.: ІСДО, 1993.
5. Брюханов А.Б., Хомич А.Б. Электроника на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1984.
6. Буна Б.И. Електроніка на автомобілі. – М.: Транспорт, 1979.
7. Василевский В.И., Купеев Ю.А. Автомобильные генераторы. – М.: Транспорт, 1978.
8. Ветлинский В.Н., Комлев К.Н., Юрчевский А.А. Бортовые автономные системы управления автомобилем – М.: Транспорт, 1984.
9. Галкин Ю.М. Электрооборудование автомобилей и тракторов. – М.: Машиностроение, 1967.
10. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектирования транспортных машин. Учебное пособие. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Харьков: ХНАДУ, 2004.
11. Гольдин М.И. Электрооборудование автомобилей. Устройство и техническое обслуживание в вопросах и ответах для програмного обучения – М.: Транспорт, 1983.
12. Данов Б.А., Рогачев В.Д. Электронные приборы автомобилей: Учебное пособие для учащихся ПТУ. – М.: Транспорт, 1984.
13. Дьяков А.Б. Автомобильная светотехника и безопасность движения – М., «Транспорт», 1973.
14. Ершов Б.В., Залетаев М.В. Электрооборудование современных отечественных автомобилей. Красочный альбом. М., „Машиностроение”, 1971.
15. Ильин Н.М., Тимофеев Ю.Л., Ваняев В.Я. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 1982.
16. Калашников М.Г., Милютин О.И., Константинов В.Д. Системы электроснабжения транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1982.
17. Квайт С.М., Менделевич Я.А., Чижков Ю.П. Пусковые качества и системы пуска автотранспортных двигателей. – М.: Машиностроение, 1990.
18. Лебедев Н.Н., Левин С.С. Электротехника и электрооборудование. М., „Высшая школа”, 1970.
19. Лившиц А.В. Устройство и основы эксплуатации автомобилей: Сб. заданий. – М.: Транспорт, 1991.

20. Опарин И.М., Купеев Ю.А., Белов Е.А. Электронные системы зажигания. – М.: Машиностроение, 1987.
21. Павленко В.А. Електрообладнання тракторів, комбайнів, автомобілів і землерийних машин. - 4-е вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1991.
22. Подольск Д.Г., Есеновский-Лашков Ю.К. Электроника автомобильных систем. – М.: Машиностроение, 1987.
23. Резник А.М., Орлов В.П. Электрооборудование автомобилей: Учебник для средних ПТУ – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988.
24. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Каравела, 2014.
25. Скобелев В.М. Световые приборы автомобилей и тракторов. – М.: Энергоиздат, 1981.
26. Теория, конструкция и расчет автотракторного оборудования / под ред. М.Н. Фесенко. – М.: Машиностроение, 1979.
27. Халоян Н.А. Автомобильная электроника. Любительские схемы, Ч. 2 – М.: Радио Софт, ЗАО журнал «Радио», 2001.
28. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. – М.: Транспорт, 1989.

З М І С Т

ВСТУП	3
1 ТИПОВА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ»	4
2 ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.	9
Введення	9
Розділ 1. Система електроживлення. Акумуляторні батареї	11
Розділ 2. Генератори	26
Розділ 3. Реле-регулятори та регулятори напруги	39
Розділ 4. Системи запалювання	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	87

