

ВСТУП	3
1. СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	3
1.1. Загальні відомості про систему електропостачання	5
1.2. Будова та призначення акумуляторних батарей	6
1.3. Технічне обслуговування, діагностування та зберігання акумуляторних батарей	13
1.4. Заряджання акумуляторних батарей	20
1.5. Ремонт акумуляторних батарей	25
1.6. Призначення та будова генератора	38
1.7. Технічне обслуговування генератора	57
1.8. Несправності генераторів	52
1.9. Ремонт генераторів	65
1.10. Будова та перевірка елетропроводки	91
1.11. Запобіжники: види, перевірка та заміна	98
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	104
2. СИСТЕМА ЗАПУСКУ	106
2.1. Загальні відомості про систему запуску	106
2.2. Будова та призначення стартерів	107
2.3. Технічне обслуговування системи запуску	110
2.4. Ремонт стартерів	115
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	135
3. СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ	137
3.1. Призначення, класифікація та характеристика систем запалювання	137
3.2. Катушки запалювання	163
3.3. Розподільники запалювання	175
3.4. Свічки запалювання	178

3.5. Засоби автоматичного регулювання кута випередження запалювання	187
3.6. Технічне обслуговування системи запалювання	192
3.7. Можливі несправності системи запалювання та способи їх усунення	208
3.8. Діагностування системи запалювання	213
3.8.1. Теоретичні положення діагностування систем запалювання	213
3.8.2. Діагностування котушок запалювання	221
3.8.3. Діагностування свічок запалювання	229
3.8.4. Діагностування проводів високої напруги	238
3.8.5. Діагностування реле-регуляторів	241
3.8.6. Особливості діагностування мікропроцесорних систем запалювання	244
3.8.7. Особливості діагностування COP і DIS-систем запалювання за допомогою мотор-тестера	260
3.9. Ремонт розподільників	286
3.10. Будова, призначення, технічне обслуговування та ремонт магнето	291
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	295
4. ЕЛЕКТРОРЕМОНТНІ ДІЛЬНИЦІ ТА ЦЕХИ	295
4.1. Проектування виробничих підрозділів підприємств технічного сервісу	297
4.2. Безпека життєдіяльності в умовах електроремонтних цехів і дільниць	305
<i>Запитання та завдання для самоконтролю</i>	311
Бібліографічний список	311
Додатки	315

ВСТУП

Обладнання тракторів та автомобілів, в якому використовуються електротехнічні, електромеханічні, електронні та світлотехнічні прилади, об'єднують в єдиний комплекс автотракторного електрообладнання. Електрообладнання сучасної техніки охоплює понад 100 виробів різних найменувань, які за функціональним призначенням поділяють на системи електропостачання, запуску, запалювання, освітлення та сигналізації, допоміжного електрообладнання. Вартість електрообладнання може сягати понад 30% вартості машини.

Конструкція електрообладнання тракторів і автомобілів постійно вдосконалюється, все ширше використовується електроніка та мікропроцесорна техніка. Це визначає нові вимоги до підготовки фахівців з технічного сервісу.

Водночас в агропромисловому виробництві експлуатується техніка віком понад 20 років, оснащена ще старими системами електропостачання, контактними системами запалювання тощо. Фахівці технічного сервісу повинні кваліфіковано її обслуговувати, а в разі потреби – й ремонтувати. Тому в початковому посібнику розглянуто особливості конструкції та технічного сервісу електрообладнання тракторів та автомобілів, як старих марок, так і найсучасніших.

Технічний стан і рівень технічної експлуатації електрообладнання суттєво впливають на економічні та екологічні показники, рівень активної безпеки, а також надійність тракторів і автомобілів. Зокрема, на електрообладнання припадає 20...30% всіх відмов автомобіля, 9...17% від загальної кількості відмов колісних і 3...5% від загальної кількості відмов гусеничних тракторів. Для автомобілів напрацювання на відмову генератора складає 180...280 тис. км, стартера – 120...180 тис. км, розподільника – 120...180 тис. км, регулятора напруги – 180...350 тис. км, склоочисника – 120...180 тис. км, свічки запалювання – 60 тис. км. Показники надійності електрообладнання тракторів подані в табл. 1.

Напрацювання на відмову електрообладнання тракторів, мото·год.

Електрообладнання	Колісні трактори класів			Гусеничні трактори класів	
	0,6	0,9...1,4	3...5	2	3
Генератор	6000	5000	5000	6000	5000
Стартер	4000	3500	3500	4500	3500
Реле-регулятор	8000	6000	6000	10000	6000
Магнето	10000	8000	8000	10000	8000
Прилади	2000	1500	1500	2500	1500

Конструкція деталей електрообладнання та їх зношування мають низку характерних особливостей. Тому відомі способи, які застосовуються під час ремонту деталей сільськогосподарської техніки, потребують відповідного інженерного опрацювання, уточнення режимів, а також застосування спеціальних приладів і ремонтно-технологічного обладнання.

1. СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

1.1. Загальні відомості про систему електропостачання

Система електропостачання тракторів і автомобілів призначена для генерування та постачання електроенергії споживачам. Джерелами електроенергії є генератор та акумуляторна батарея (АБ), що з'єднані паралельно.

Основним джерелом електроенергії при працюючому двигуні є генератор, який не лише забезпечує електроенергією всіх споживачів, але й підзаряджає акумуляторну батарею. При непрацюючому двигуні функції джерела електроенергії перебирає акумуляторна батарея, яка також повинна забезпечувати надійний запуск двигуна.

Оскільки автомобільні генератори працюють в умовах змінної частоти обертання колінвала двигуна та змінних навантажень, то з метою автоматичного підтримання напруги генератора в заданих межах використовується регулятор напруги.

Структурна схема системи електропостачання подана на рис. 1.1.

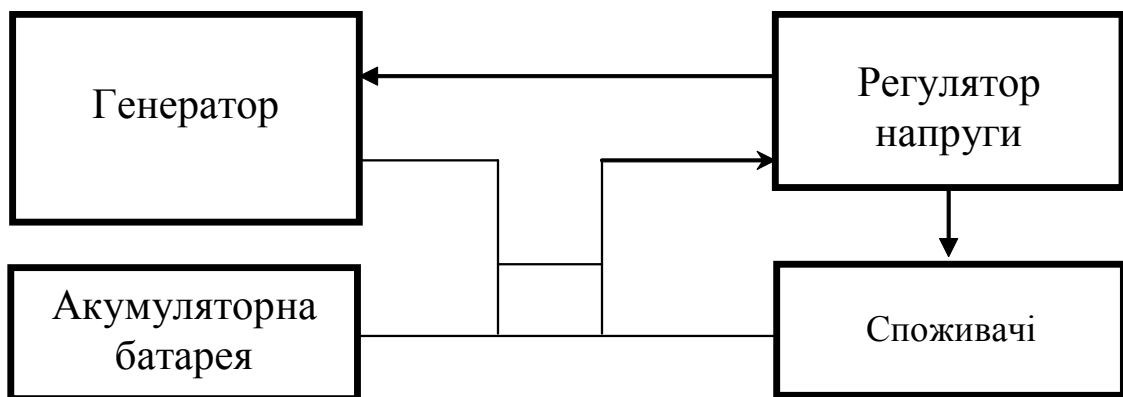


Рис. 1.1. Структурна схема електропостачання

Найбільшого поширення набула однопровідна система електропостачання постійного струму з номінальною напругою 12 В або 24 В, в якій функції другого провідника виконує корпус машини, до якого приєднують від'ємні виводи електрообладнання. Напруга 24 В використовується для приладів системи запуску.

Останні, застосовані на практиці, новинки автовиробників передбачають збільшення напруги в мережі електропостачання до 42 В, а також використання двох мереж електропостачання напругами відповідно 12 і 42 В.

1.2. Будова та призначення акумуляторних батарей

Акумуляторні батареї (АБ) призначені для запуску двигуна за допомогою стартера, живлення споживачів при непрацюючому двигуні, а також для стабілізації напруги (поглинання високих перехідних напруг).

Найбільший відсоток стартерних АБ припадає на легкові та вантажні автомобілі (рис. 1.2).

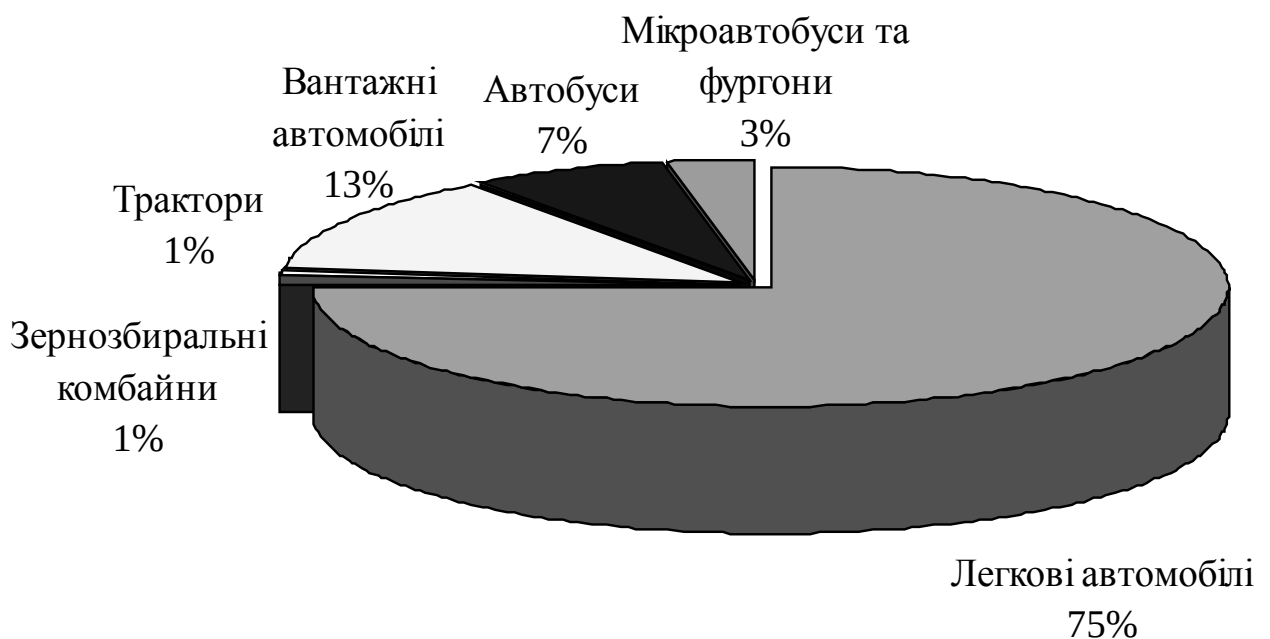


Рис. 1.2. Орієнтовний розподіл стартерних АБ в Україні за видами техніки

На автомобільних і тракторних двигунах використовують свинцеві стартерні акумуляторні батареї різної ємності, з різними значеннями пускового струму, які забезпечують напругу $U = 12$ В (рис. 1.3).

Акумуляторні батареї складаються з кількох послідовно з'єднаних акумуляторів (елементів), кожен з яких знаходиться в окремій банці.

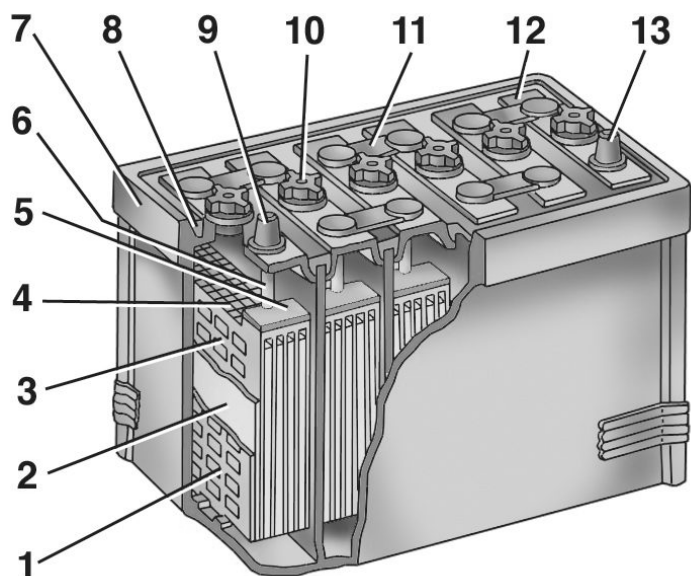


Рис. 1.3. Акумуляторна батарея:

- 1 – від’ємна пластина;
- 2 – сепаратор; 3 – додатна пластина, 4 – запобіжна сітка,
- 5 – баретка; 6 – штир;
- 7 – моноблок; 8 – ущільнювальна мастика; 9 – додатний вивід;
- 10 – пробка заливного отвору;
- 11 – міжелементна перемичка;
- 12 – кришка; 13 – від’ємний вивід

Переважаю акумулятори складаються з непарної кількості додатних 3 і парної кількості від’ємних 1 пластин, між якими прокладені сепаратори 2. Як правило, кількість від’ємних пластин на одиницю більша, ніж додатних. У такому разі додатні електроди на 10...20 % товстіші від від’ємних, а крайні від’ємні пластини мають товщину на 40 % меншу, ніж додатні. Є також акумулятори, в яких кількість додатних і від’ємних пластин однакова або навіть кількість додатних пластин на одиницю більша, ніж кількість від’ємних. У таких випадках додатні та від’ємні пластини мають однакову товщину.

Банки акумуляторної батареї через заливні отвори 11 в кришці 10 заповнюють електролітом – розчином сірчаної кислоти в дистильованій воді. Через кришку 10 проходять полюсні штирі від додатних і від’ємних пластин, які з’єднані міжелементними перемичками, а також додатний та від’ємний полюсні виводи. Зазор між кришками та корпусом батареї заповнений мастикою.

Акумуляторна батарея під’єднується паралельно з генератором та автоматично підзаряджається під час роботи двигуна.

Термін служби АБ може сягати трьох років, однак суттєво залежить від інтенсивності експлуатації машини (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.1

Залежність терміну служби АБ вантажівок від інтенсивності експлуатації

Модель автомобіля	ГАЗ-53-12	ЗИЛ-130	МАЗ	КрАЗ
Інтенсивність експлуатації, тис. км / рік	130	65...120	80	120
Термін служби, місяців	31	22...36	31	24

Таблиця 1.2

Залежність терміну служби АБ легкових автомобілів від інтенсивності експлуатації V

Інтенсивність експлуатації V , тис. км / місяць	$0 < V \leq 4,5$	$4,5 < V \leq 12,0$
Термін служби, місяців нижня межа t_n верхня межа t_v	$35V - 0,64V^2$ $(47,7...6,4)V - 0,31V^2$	$25,3V^{-0,29}$ $28,1V^{-0,27}$

Конструкція АБ безперервно удосконалюється. Лише до 1937 року в світі було зареєстровано близько 20 тисяч патентів стосовно кислотних акумуляторів.

З метою зменшення “саморозряду” АБ та газовиділення біля від’ємних пластин до складу додатних електродів почали додавати кальцій (Ca) та олово (Pb), а струмовідводи виготовляти з малосурм’янистого сплаву свинцю з додаванням кадмію (1,5...1,8 % Sb, 1,4...1,6 % Cd, решта Pb). Така технологія отримала назву гібридної (Ca^+).

Технологія Ca/Ca передбачала додавання кальцію до складу як додатних, так і від’ємних пластин. Такі зміни суттєво зменшили газовиділення, забезпечили незначний “саморозряд” та підвищену стійкість батареї до глибоких розрядів. Зокрема, витрата води для таких батарей не перевищує 3 г/А·год., тоді як витрата води для батарей з малосурм’янистих сплавів складає 6 г/А·год. Середньодобовий саморозряд у кальцієвих батарей майже на 20 % менший, ніж у малосурм’янистих, і складає 0,06...0,08 % за добу.

Водночас суттєвим недоліком, що обмежував широке застосування стартерних батарей на основі свинцево-кальцієвих сплавів, було різке погіршення енергетичних характеристик після двох-трьох глибоких розрядів. Таке явище пояснюється утворенням міжфазних шарів сульфату кальцію, що мають низьку електропровідність, не відновлюються під час заряджання й перешкоджають проходженню струму від струмовідводу додатного електрода до активної маси. Це суттєво зменшувало можливу кількість циклів перезаряджання АБ. Встановлено, що зменшенню цього негативного явища сприяє додавання до електроліту фосфорної кислоти, однак це зменшує електричні характеристики батарей на 8...10 %.

“Срібна технологія” (*Silver*) передбачала додавання до складу пластин батарей срібла, що компенсувало недоліки застосування кальцію (рис. 1.4, *а*). Застосування технології *EXMET* (розширений метал) дало змогу суттєво полегшити батареї та підвищити їх вібростійкість. Суть технології полягає в тому, що під час нанесення активної маси, обробленої спеціальною намазкою, поверхні решіток деформуються і за допомогою шипів міцно захоплюють її під час пресування.

Великі фірми виготовляють АБ з використанням оболонкової технології, коли окремі пластини (зазвичай від’ємні) встановлюють у тонку прозору плівку з мікропористого поліетилену. Це покращує характеристики АБ, підвищує термін її служби, зменшує можливість виникнення короткого замикання між пластинами.

Технологія *Gelled Electrolyte (GEL)* передбачає додавання до електроліту оксиду кремнію SiO_2 , що забезпечує желеподібний стан електроліту з великою кількістю пор і раковин всередині, які займають значний об’єм і мають велику площу поверхні (рис. 1.4, *б*). Саме в цих порах і раковинах відбувається рекомбінація молекул водню й кисню з утворенням води. Тому кількість води в батареї залишається незмінною, а АБ не потребує доливання води впродовж усього терміну служби.

Наприкінці 70-х років XX століття була розроблена технологія *Absorbitive Glass Mat (AGM)*, яка передбачає застосування просоченого електролітом пористого заповнювача зі скловолокна (рис. 1.4, в). Однак, мікропори скловолокна заповнюються електролітом не повністю, а вільний об'єм використовується для рекомбінації газів. Така конструкція суттєво підвищує термін служби батареї (аж до 8...12 років), а також збільшує можливу кількість циклів перезарядження та підвищує пусковий струм батареї до 70...90 А. Електроліт не витікає з такої батареї навіть у разі аварійного пошкодження корпусу.

Найбільш вдалою вважають свинцево-кислотну АБ типу *Spiral Cell* американської фірми *Optima Batteries* (рис. 1.4, з), яка володіє унікальними властивостями: надзвичайною вібростійкістю; можливістю швидкого зарядження великими струмами внаслідок малого внутрішнього опору; у три рази більшим порівняно зі звичайними АБ терміном служби; здатністю забезпечувати пусковий струм силою до 850 А. Додатні та від'ємні електроди в таких батареях – це тонкі циліндричні пластини, щільно скручені в рулони, перекладені тонким шаром просоченого електролітом розділювача (скловолокна та шовку-сирцю).

Окремі сучасні АБ, зокрема американської фірми *IQ Power Technologies*, оснащують власним процесором, який контролює параметри АБ та керує пристроями для перемішування та підігріву електроліту.

Розробка перспективних автомобілів, в яких тягове зусилля створюється не лише двигуном внутрішнього згоряння, але й електродвигуном, зумовила застосування нових *нікель-металогідридних* (NiMH) і *літій-іонних* (Li^{ion}) АБ. Перші з них (рис. 1.4, д) – це удосконалені нікель-кадмієві батареї, в яких кадмій замінено воднем, що заповнює металеві секції. Така конструкція підвищує довговічність та густину енергії батареї. Другі – складаються з великої кількості окремих елементів, напругою 3,5 В і більше, які можна з'єднувати як паралельно, так і послідовно.

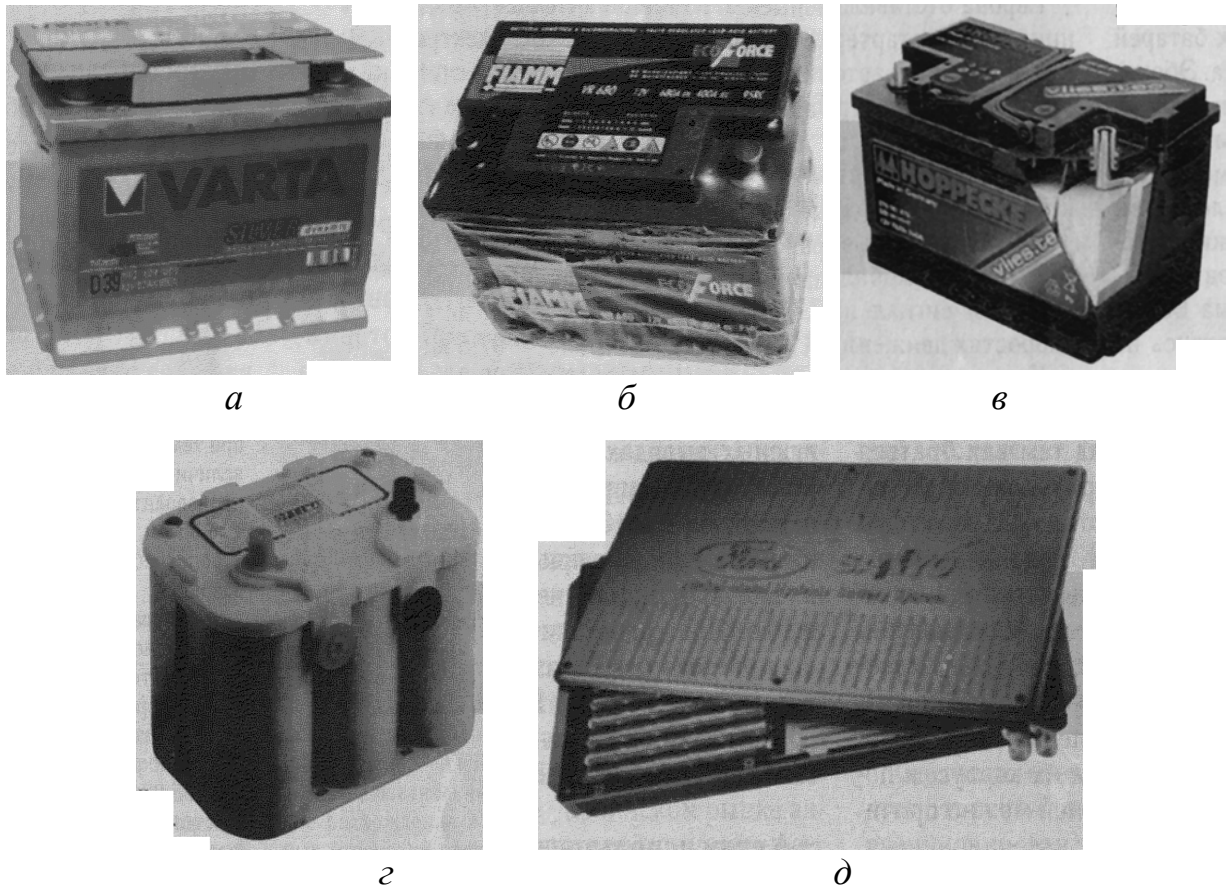


Рис. 1.4. Сучасні акумуляторні технології:

a – Silver; б – Gelled Electrolyte; в – Absorbitive Glass Mat; г – Spiral Cell; д – NiMH

Під час вибору акумулятора необхідно правильно розшифрувати маркування на його етикетці. Умовні позначення і скорочення розшифровуються так (рис. 1.5):

1) 12V – номінальна напруга 12 В;

2) Ah – номінальна ємність акумулятора, ампер·годин (72, 35, 100, 70, 55, 64. Це кількість електрики, яку здатна віддати повністю заряджена батарея при розряді до мінімально допустимого значення. Цей параметр характеризує силу струму, який може віддаватись споживачам впродовж 20 год. при температурі електроліту +25 °, внаслідок чого батарея розрядиться до напруги на виводах не нижче 10,5 В. Наприклад, у європейських АБ з номінальною ємністю 55 А·год. (12-вольт) при 20-годинному режимі розряду до 10,5 В сила струму буде складати $I = C_{\text{DIN}}/t = 55/20 = 2,75 \text{ А}$, тобто впродовж 20 годин акумулятор може віддавати споживачам струм силою 2,75 А без небезпеки аварійного розрядження;

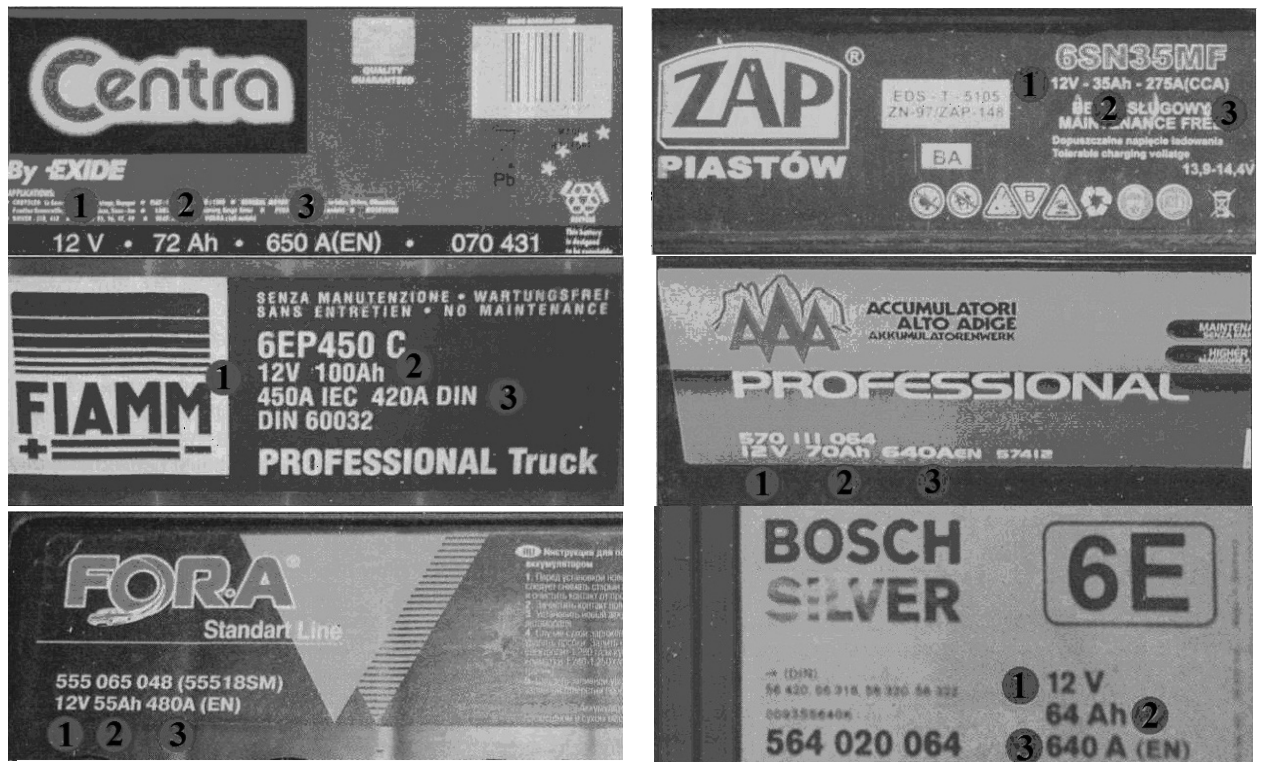


Рис. 1.5. Приклади маркування акумуляторних батарей.

3) сила пускового струму, А (650 A(EN); 275A (CCA); 420A DIN; 640 A (EN); 480 A (EN); 640 A (EN). Вказується на всіх акумуляторах і є дуже важливою характеристикою. Залежно від методики вимірювання (європейські або американські стандарти) значення пускового струму може позначатись по-різному – струм стартерного розряду *IP* або струм холодного прокручування *CCA* (*Cold Cranking Amperes*). Значення пускового струму виміряні за різними методиками будуть також нерівнозначні. Наприклад, згідно німецького стандарту *DIN* (*Deutsche Industrie Normen*) пусковий струм – це максимальна сила струму в амперах, який батарея здатна віддати на 30-й секунді безперервного розряду при температурі 18° С без падіння напруги нижче 9 В. За американським ж стандартом *SAE* струм холодного прокручування визначається практично так само. Відмінність полягає лише в тому, що напруга на виводах батареї має бути не нижчою 7,2 В. Таким чином, сила струму холодного прокручування, розрахована за стандартом *SAE*, буде більшою, порівняно зі значенням сили пускового струму, що розрахована за європейськими стандартами.

1.3. Технічне обслуговування, діагностування та зберігання акумуляторних батарей

Під час експлуатації акумуляторну батарею необхідно періодично оглядати, підтримувати в чистоті та в зарядженому стані. Забруднення поверхні АБ призводить до підвищеного саморозряду, а наявність оксидів і бруду на поверхні виводів значно погіршує контакти та утруднює запуск двигуна стартером внаслідок суттєвого падіння напруги. Окиснені виводи АБ слід ретельно зачистити. Електроліт, що потрапив на поверхню батареї, стирають сухою ганчіркою або ганчіркою, змоченою в 10%-му розчині нашатирного спирту або 5%-му розчині каустичної соди.

Усі стартерні АБ за критерієм обсягу та трудомісткості робіт технічного обслуговування поділяють на три категорії:

- 1) *акумулятори, що обслуговуються.* Їх легко впізнати за ебонітовим корпусом і чорною мастикою, що залита поверх. У такому акумуляторі є можливість замінити блок пластин однієї або декількох банок, якщо між пластинами сталось коротке замикання;
- 2) *акумулятори, що не обслуговуються.* На кришці таких батарей немає ніяких отворів і заливних пробок. Вони призначені для регламентованих умов експлуатації, а тому на автотракторних двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) практично не використовуються;
- 3) *акумулятори, що мало обслуговуються.* Вони складають переважну більшість батарей, що встановлені на двигунах тракторів і автомобілів.

Тривале перебування батареї в розрядженому стані або з пониженим рівнем електроліту, а також тривалі запуски двигуна, особливо при низьких і високих (“гарячі старти” сильно нагрітих ДВЗ) температурах, виводять АБ з ладу. Тому під час експлуатації періодично перевіряють рівень електроліту в холодній батареї і в разі потреби доливають дистильовану воду. Періодичність перевірки в зимову пору не рідше 30 діб, а влітку – через 10...15 діб. Рівень електроліту повинен бути на 10...15 мм над верхнім краєм пластин або запобіжної решітки, що встановлена над сепаратором (рис. 1.6).

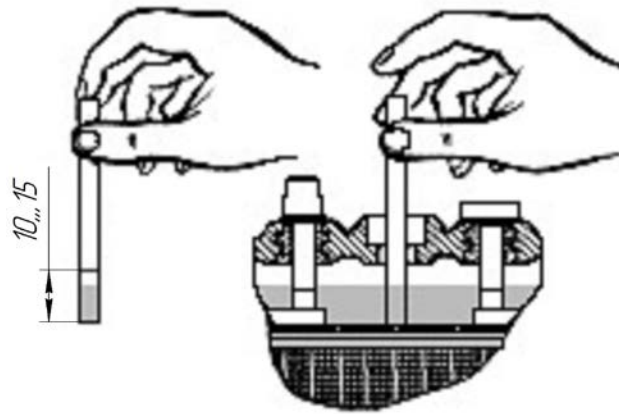


Рис. 1.6. Перевірка рівня електроліту

Зниження рівня електроліту в малообслуговуваних акумуляторах є значно меншим, тому машини з такими батареями можуть експлуатуватись без доливання дистильованої води протягом 1,5...2 років.

Періодично рекомендують також перевіряти щільність електроліту (рис. 1.7) за допомогою денсиметра з проградуйованою шкалою щонайменше в межах $1,1...1,3 \text{ г/см}^3$. Денсиметр слід встановлювати в заливну горловину батареї вертикально, а після засмоктування електроліту грушою стежити, щоб під час вимірювання густини поплавків денсиметра не торкався стінок колби.

Перед вимірюванням щільності не потрібно доливати в батарею дистильовану воду й проводити запуск двигуна стартером. Під час визначення щільності електроліту необхідно враховувати температуру (табл. 1.3, рис. 1.8).

Якщо щільність електроліту в окремих елементах АБ неоднакова і різниця перевищує $0,01 \text{ г/см}^3$, то її слід вирівняти, доливаючи в акумулятори електроліт щільністю $1,4 \text{ г/см}^3$, якщо щільність нижча від нормальної, або ж дистильовану воду, якщо щільність вища за норму.

Після доливання електроліту АБ витримують не менше 20 хв., але не більше 120 хв. і знову перевіряють його щільність.

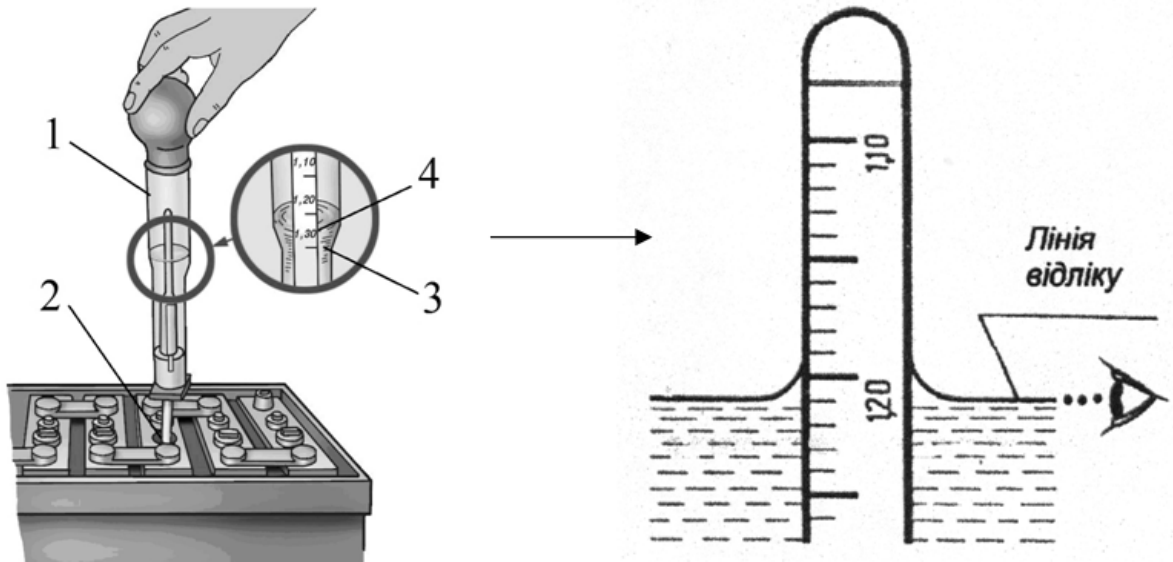


Рис. 1.7. Перевірка щільності електроліту в акумуляторній батареї:

1 – денсиметр; 2 – заливна горловина; 3 – електроліт; 4 – покази щільності електроліту на шкалі поплавка.

Таблиця 1.3

Температурна поправка до показів денсиметра

Температура електроліту, °C	Поправка до показів денсиметра, г/см ³
від +45 до +60	+0,02
від +30 до +44	+0,01
від +20 до +29	0
від +5 до +19	-0,01
від -10 до +4	-0,02
від -25 до -11	-0,03
від -40 до -26	-0,04

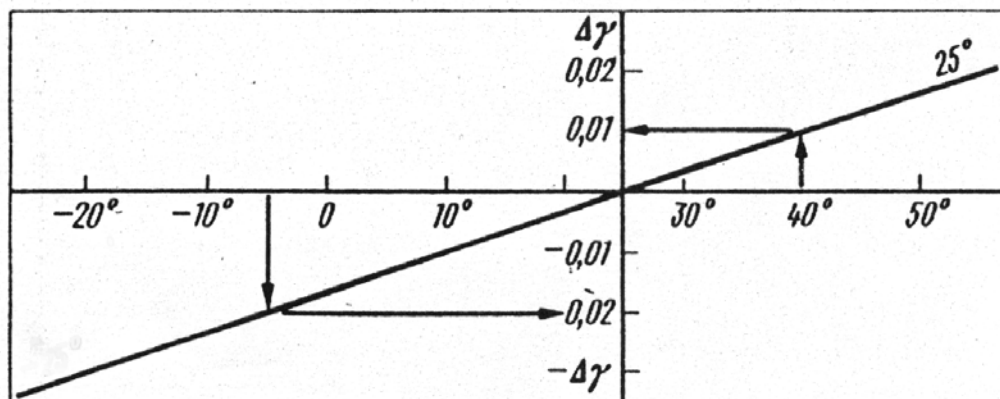


Рис. 1.8. Визначення температурної поправки $\Delta\gamma$ (г/см³) до показів денсиметра

Якщо щільність електроліту в банках зменшилась менше, ніж на $0,03 \text{ г/см}^3$, порівняно зі щільністю електроліту, який доливався, то батарею можна експлуатувати. Якщо ж щільність електроліту в банках зменшилась більше, ніж на $0,03 \text{ г/см}^3$, то АБ слід зарядити.

Щільність електроліту також залежить від рівня розрядженості батареї (табл. 1.4).

Тому за виміряною щільністю електроліту можна визначити рівень розрядженості АБ, %:

$$C_P = 6,25 (\gamma_{\Pi} - \gamma_B) 100,$$

де γ_B і γ_{Π} – виміряна та початкова (повністю зарядженої батареї) щільності електроліту, зведені до температури 15°C (г/см^3).

Технічний стан батареї перевіряють також за допомогою навантажувальної вилки.

Навантажувальна вилка Э-107 (рис. 1.9, а) призначена для перевірки працездатності АБ загалом, а навантажувальна вилка Э-108 (рис. 1.9, б) – для перевірки працездатності окремих її елементів. Вони дають можливість перевірити електрорушійну силу та напругу під навантаженням відповідно АБ загалом чи її окремого акумулятора. Навантаження створюється двома або трьома паралельно з'єднаними резисторами 4 з ніхрому, увімкнення яких здійснюється закручуванням контргайки 6 до упору.

Таблиця 1.4

Щільність електроліту залежно від рівня розрядженості акумуляторної батареї

Щільність електроліту, г/см^3 , приведена до температури 25°C		
повністю зарядженої батареї	батареї розрядженої	
	на 25%	на 50%
1,30	1,26	1,22
1,28	1,24	1,20
1,26	1,22	1,18
1,24	1,20	1,16
1,22	1,18	1,14

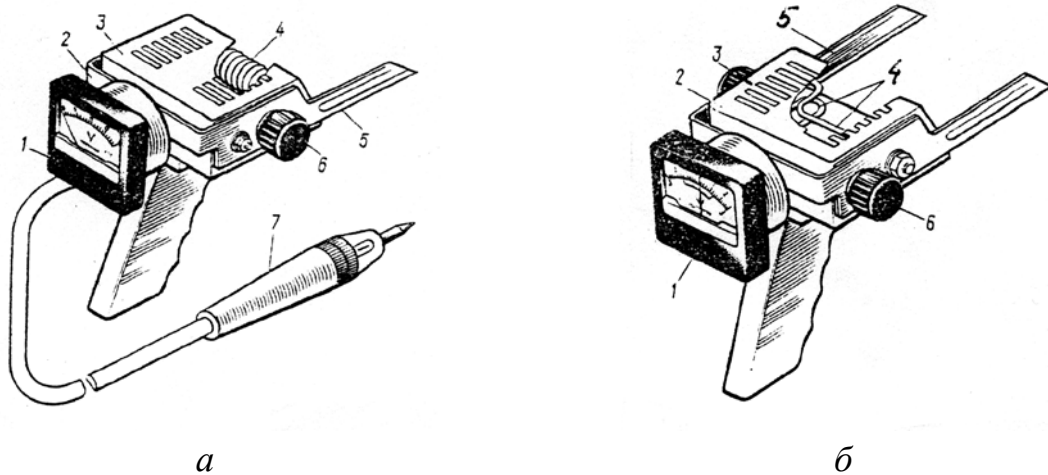


Рис. 1.9. Навантажувальні вилки Э-107 (а) та Э-108 (б):

1 – вольтметр; 2 – кронштейн; 3 – корпус; 4 – резистори; 5 – контактна ніжка;
6 – контргайка; 7 – щуп

Електрорушійну силу АБ загалом чи її окремого елемента визначають за показами вольтметра при відкрученій контргайці 6.

Тривалість перевірки АБ загалом чи її окремого елемента під навантаженням не повинна перевищувати 5 с. Якщо напруга АБ під навантаженням не нижча 8,9 В, а окремого елемента – не нижча 1,4 В, то їх вважають справними. Якщо ж напруги нижчі за вказані значення, то їх вважають несправними або сильно розрядженими.

Діагностувати технічний стан пластин АБ без розбирання можна за допомогою спеціального кадмієвого електрода (рис. 1.10). Принцип діагностування ґрунтується на вимірюванні потенціалу пластин, які перевіряють, відносно електроліту. Кадмієвий електрод 1 провідником з'єднують із негативним затискачем вольтметра «–», а провідник від затискача вольтметра «+» по черзі приєднують до додатного та від'ємного виводів АБ.

У повністю зарядженому акумуляторі при справних пластинах потенціал додатних пластин відносно електроліту становить 2,25...2,28 В (наприкінці заряджання підвищується понад 2,55 В), потенціал від'ємних пластин – 0,12...0,13 В (наприкінці заряджання знижується до 0,07...0,08 В). У цьому випадку напруга на виводах окремих елементів АБ становитиме 2,13...2,15 В.

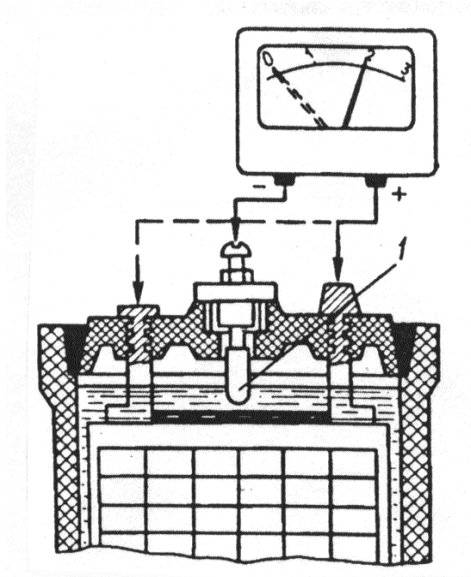


Рис. 1.10. Діагностування пластин АБ за допомогою кадмієвого електрода

У справному, однак розрядженому до 1,75...1,8 В елементі АБ, потенціал додатних пластин становитиме 1,9...2,0 В, а від'ємних – 0,15...0,2 В. Ознакою несправності додатних пластин є зниження їх потенціалу відносно електроліту нижче від 1,9...1,95 В. Потенціал несправних від'ємних пластин вищий від 0,2...0,25 В. Найточніші результати будуть отримані на елементах, розряджених до 1,7...1,8 В.

З метою підвищення точності вимірювань новий кадмієвий електрод рекомендують витримати в електроліті густиною 1,2...1,25 г/см³ впродовж не менше як 10 год. Якщо ж вживаний кадмієвий електрод був сухим, то його перед початком вимірювань опускають на 5...10 хв. в електроліт АБ, що перевіряється.

Зберігання АБ має низку особливостей.

Нові, не залиті електролітом АБ зберігають в неопалюваних приміщеннях при температурі до +30° С. Усі герметизуючі деталі повинні бути на своєму місці. Термін зберігання їх у такому стані – до трьох років.

Заряджені АБ зберігають в приміщеннях при температурі не нижче – 30° С і не вище 0° С. Батареї, зняті з машин, перед встановленням на зберігання слід повністю зарядити, перевірити щільність електроліту. Далі необхідно провести *контрольно-тренувальний* розряд в такій послідовності:

- зарядити АБ струмом $I = 0,1C_{20}$, А (де C_{20} – ємність батареї при 20-годинному циклі розрядки, А·год. Наприклад, для батареї 6-СТ-75ЭМ маємо $C_{20} = 75$ А·год.);
- після заряджання довести щільність електроліту до нормальної при даній температурі (табл. 1.4);
- розрядити батарею струмом $I = 0,1C_{20}$, А, контролюючи час T до зменшення напруги в одному з елементів до 1,7 В;
- повністю зарядити батарею.

Якщо тривалість T розрядження АБ не менша за вказану в табл. 1.5, то батарея придатна до експлуатації.

Таблиця 1.5

Тривалість розрядження акумуляторних батарей

Густина електроліту, г/см ³ , приведена до температури 25° С	Тривалість розряду T , год.
1,28	7,5
1,26	6,5
1,24	5,5

При додатній температурі зберігання батареї слід щомісячно підзаряджати. При від'ємній температурі зберігання слід щомісячно перевіряти густину електроліту і підзаряджати АБ лише в тому разі, якщо вона нижча за 1,22 г/см³ (при температурі +25° С). Максимальний термін зберігання заряджених АБ при температурі не вище 0° С складає не більше 1,5 року, а при температурі від +15° С до +25° С – не більше 9 місяців.

Під час зберігання малообслуговуваних АБ густину електроліту треба контролювати не частіше як один раз на півроку і підзаряджати їх лише в тому разі, якщо вона нижча за 1,22 г/см³ (при температурі +25° С).

1.4. Зарядження акумуляторних батарей

У процесі експлуатації техніки рівень зарядженості АБ не є постійним, а коливається навколо певного значення (рис. 1.11). Незалежно від початкового стану через певний час роботи як повністю (100 %), так і наполовину (50 %) заряджених батарей, рівень їх зарядженості стає практично однаковим (75 %) і коливається навколо цього значення.

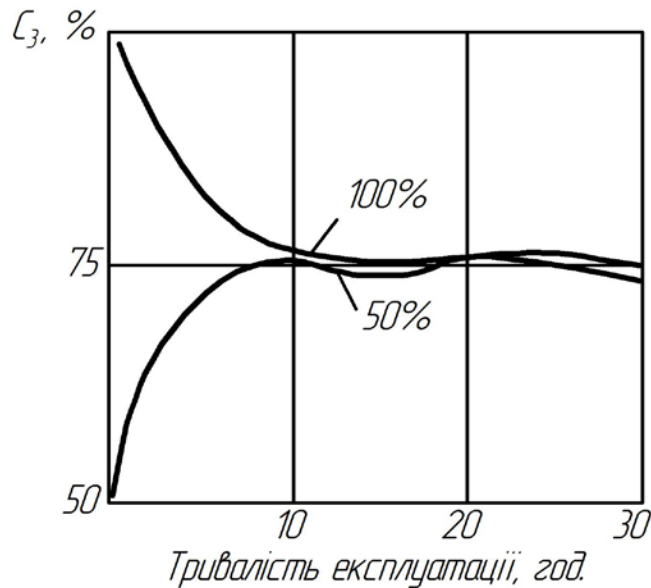


Рис. 1.11. Зміна рівня зарядженості C_z акумуляторних батарей в процесі експлуатації

Цей встановлений рівень зарядженості також не залишається постійним впродовж тривалішого періоду експлуатації. Він тим вищий, чим вища температура електроліту і менші сила струму та тривалість розряду АБ. Природно, що в літній період рівень зарядженості АБ є вищим, ніж у зимовий (рис. 1.12).

Встановлено, що при дотриманні правил експлуатації, близько 80% часу своєї роботи АБ мають середній рівень зарядженості в межах 75...100%, близько 15% часу своєї роботи – середній рівень зарядженості 50...75% і лише близько 5% часу своєї роботи середній рівень зарядженості до 50%.

Більш розряджені АБ мають підвищену здатність саморозряджатись. Тому виникає потреба в періодичному їх заряджанні.

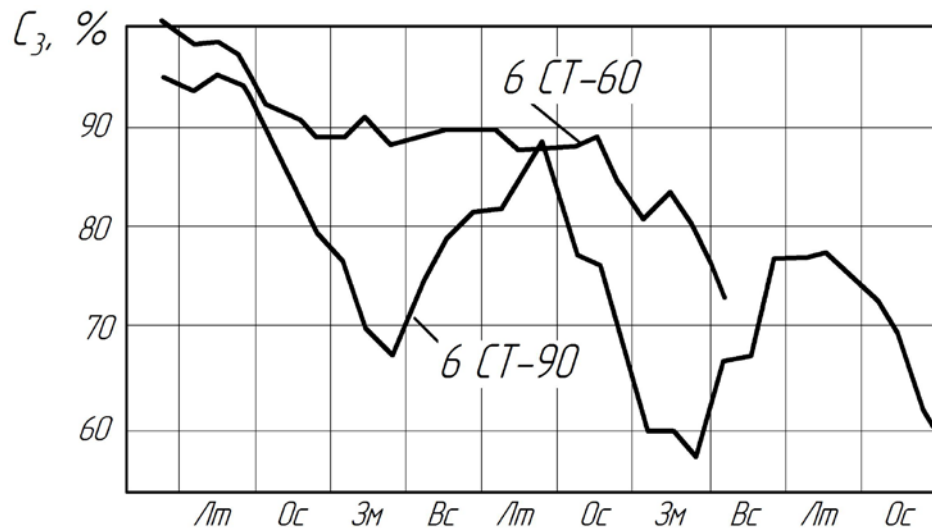


Рис. 1.12. Сезонна зміна рівня зарядженості АБ під час експлуатації:

Лт – літо; Ос – осінь; Зм – зима; Вс – весна

Акумуляторні батареї заряджають від джерела постійного струму. Додатний вивід батареї під'єднують до додатного полюса джерела струму, а від'ємний – до від'ємного. Силу зарядного струму, який встановлюють на рівні 1/10 ємності АБ, регулюють за допомогою реостата і контролюють амперметром.

Нові АБ можна ставити на заряджання через 4...6 год. після заливання електроліту.

Заряджати АБ можна при постійній силі струму (рис. 1.13, а), при постійній напрузі (рис. 1.13, б) або ж комбінованим способом (рис. 1.13, в).

Найбільш розповсюдженим на підприємствах технічного сервісу є спосіб заряджання *при постійній силі струму*, коли практично вся енергія витрачається на основні реакції. У разі заряджання при постійній силі струму $I = \text{const}$ напруга джерела струму U_3 повинна дорівнювати сумі напруг АБ, що заряджаються:

$$U_3 = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n ,$$

де n – кількість АБ;

U_i – напруга для i -ої акумуляторної батареї, В.

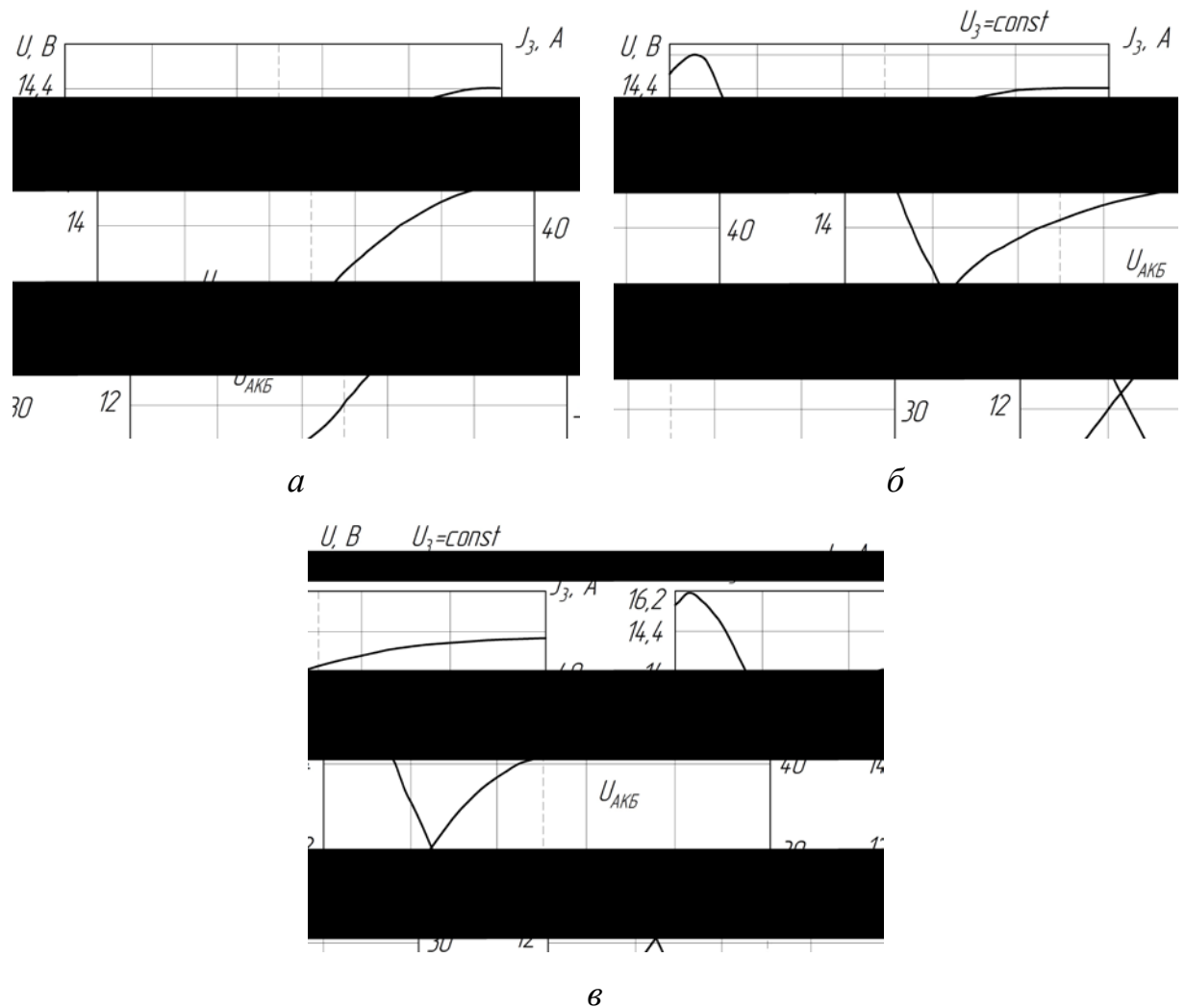


Рис. 1.13. Графіки заряджання АБ:

а – при постійній силі струму; б – при постійній напрузі; в – при комбінованому способі

Основна перевага цього способу полягає в можливості керування зарядним струмом. Однак процес заряджання є довготривалим і потребує постійного контролю, а батареї повинні бути однакової ємності.

Заряджання *при постійній напрузі* використовується рідше, оскільки вимагає застосування зарядного агрегату значно вищої потужності, можливості якого використовуються повністю лише на початку процесу заряджання. У разі заряджання АБ при постійній напрузі $U = const$ сила зарядного струму I_3 повинна дорівнювати

$$I_3 = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n ,$$

де n – кількість АБ;

I_i – сила струму для i -ої акумуляторної батареї, А.

Перевагами цього способу є менша тривалість і можливість одночасного заряджання АБ різної ємності, значно менше газовиділення в кінці процесу заряджання.

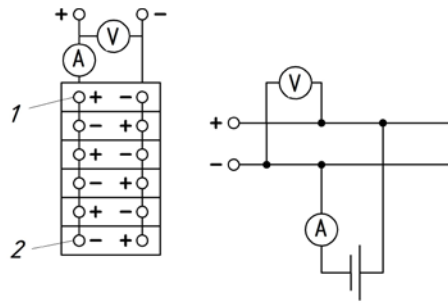
У разі заряджання *комбінованим способом*, виходячи із напруги $U_{\text{АГР}}$ та сили струму $I_{\text{АГР}}$ зарядного агрегата, а також напруги заряджання U_3 і сили зарядного струму I_3 АБ, визначають:

- кількість АБ у зарядній групі – $n = U_{\text{АГР}} / U_3$;
- кількість зарядних груп – $m = I_{\text{АГР}} / I_3$;
- кількість АБ, що заряджаються одночасно – $N = m \cdot n$.

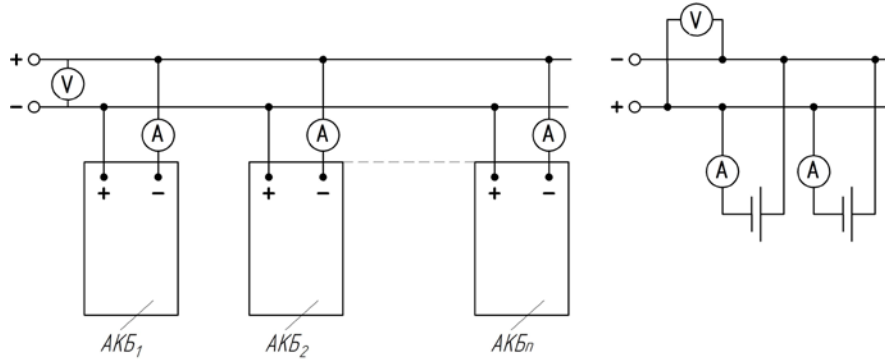
Якщо АБ є надмірно розряджена, а також коли необхідно відновити її працездатність за короткий час, використовують *прискорене заряджання*, яке можна проводити без зняття АБ з машини. Для прискореного заряджання використовують струм силою $I = (0,3...0,7) \cdot C_{20}$. Оскільки метою прискореного заряджання є відновлення працездатності батареї, то його проводять не до повної зарядженості батареї. Критерієм закінчення процесу прискореного заряджання є рівність кількості електрики, отриманої батареєю під час заряджання, тій ємності, на яку вона була розряджена. Порухення цієї умови суттєво зменшує термін служби АБ. Тому для прискореного заряджання використовують прилад Э-411, який оснащений пристроєм для точного визначення рівня розрядженості АБ.

Акумуляторні батареї також можна заряджати *мікрострумами* (20...500 мА) при постійних зарядному струмі або напрузі. Останній варіант, незважаючи на дещо вищу (на 10...15%) вартість зарядного агрегату, має низку переваг: відсутність потреби контролю за процесом заряджання; спрощення електричної схеми.

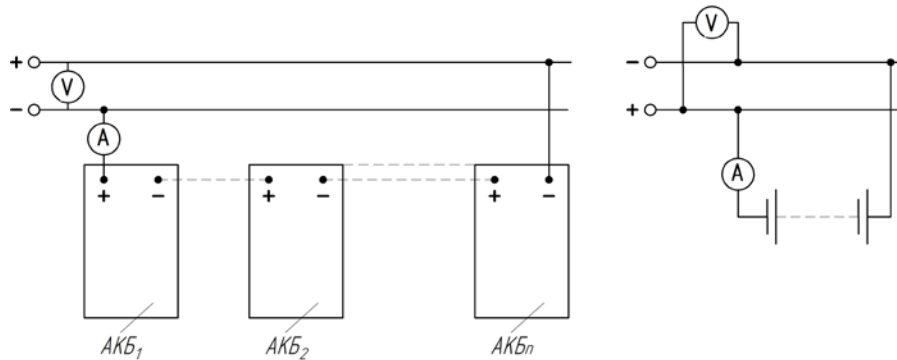
Під час заряджання АБ щільність електроліту в окремих акумуляторах поступово зростає і лише наприкінці процесу заряду набуває постійного значення. Процес заряджання АБ продовжують доти, доки щільність електроліту і напруга на виводах кожного акумулятора не будуть змінюватись впродовж 2...3 год., при одночасному сильному газовиділенні у всіх акумуляторах.



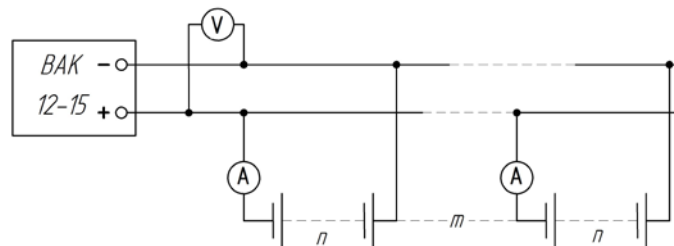
а



б



в



г

Рис. 1.14. Способи з'єднання АБ під час заряджання:

а – заряджання однієї батареї; б – з'єднання АБ під час заряджання при постійній напрузі; в – з'єднання АБ під час заряджання групами при постійній силі струму;

г – з'єднання АБ під час заряджання групами комбінованим способом;

ВАК-12-15 – зарядний агрегат; 1,2 – клеми

Температура електроліту під час заряджання неперервно зростає, тому її слід постійно контролювати. Якщо температура електроліту перевищуватиме 45°C , то силу зарядного струму зменшують удвічі або ж процес припиняють взагалі аж до охолодження електроліту до температури 30°C .

На початку процесу заряджання щільність електроліту та напругу контролюють через кожні 2...3 години, а в кінці – щогодини. Рівень електроліту підтримують доливанням дистильованої води.

1.5. Ремонт акумуляторних батарей

Внаслідок вібраційних, механічних і теплових навантажень, порушень правил експлуатації (тривалі спроби запуску двигуна) та зберігання акумуляторні батареї зазнають наступних пошкоджень :

- 1) *корозія решіток додатних електродів* (складає 42% від загальної кількості дефектів) виникає внаслідок використання замість акумуляторної кислоти та дистильованої води відповідно технічної кислоти та води, а також забруднення електроліту нафтопродуктами (рис. 1.15, а);
- 2) *обпливання активної маси додатних електродів і замикання нижніх країв електродів* (35,5%). Зовнішніми ознаками цього дефекту є суттєве зменшення ємності АБ, помутніння електроліту, забарвлення його в коричневий колір (рис. 1.15, б);
проростання сепараторів із міпласту та *руйнування сепараторів* із міпору (16%) виникає внаслідок розбухання активної маси додатних електродів, заповнення найбільших пор сепараторів і утворення наскрізних містків (рис. 1.15, в);
- 3) *коротке замикання між різнойменними електродами* виникає внаслідок нагромадження на дні акумулятора шламу та утворення на краях від'ємних електродів свинцевого містка внаслідок руйнування сепараторів (рис. 1.15, г);

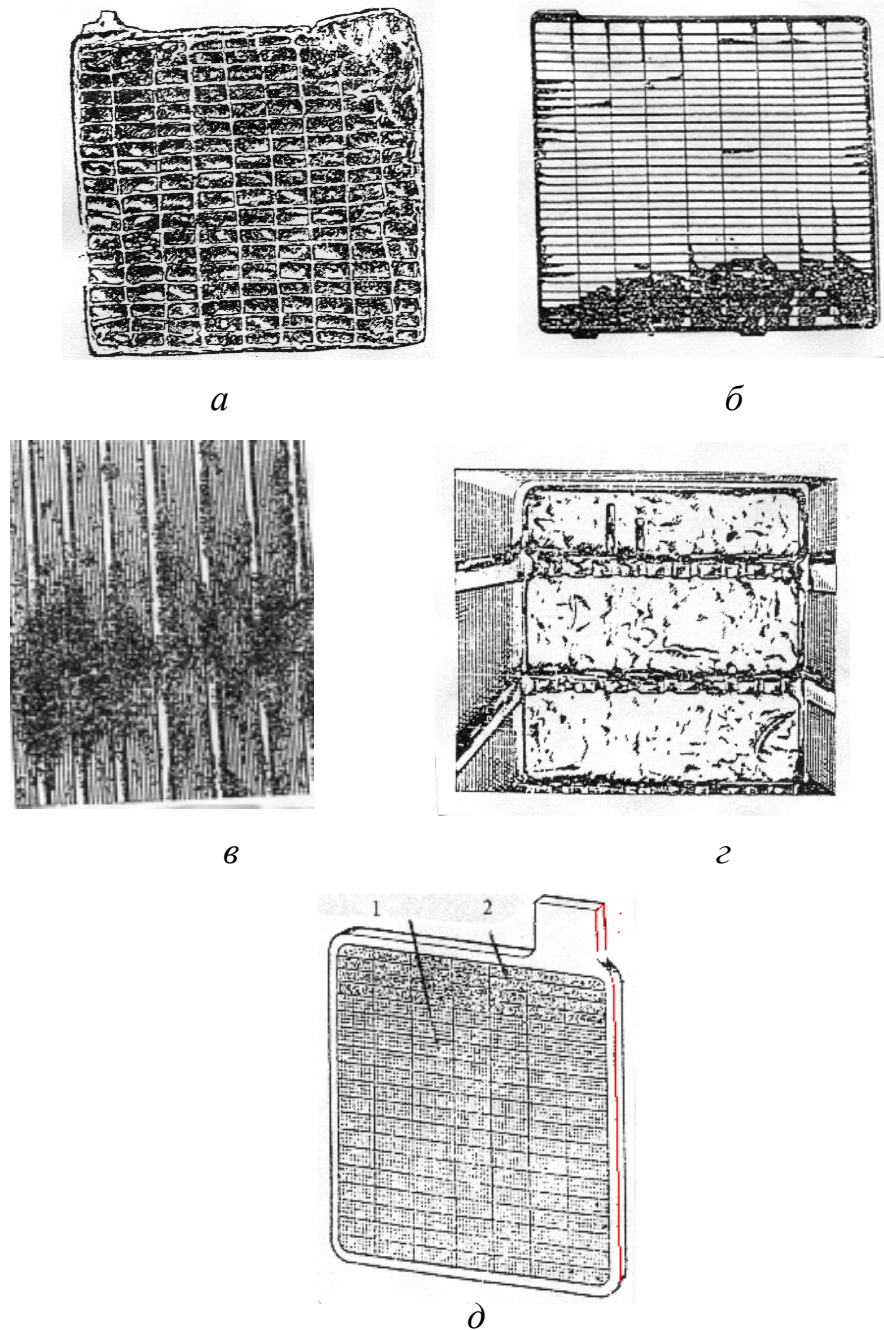


Рис.1.15. Дефекти акумуляторних батарей:

а – корозія решіток; б – обпливання активної маси; в – проростання; г – коротке замикання; д – сульфатація; 1 – свинець; 2 – сульфат свинцю

- 4) *сульфатація електродів*. Під час розрядки АБ на додатних і від'ємних електродах утворюється сульфат свинцю, який закупорює пори електродів та ізолює їх активну речовину від електроліту. Сульфатація виникає при довготривалих глибоких розрядах АБ, зниженні рівня електроліту, підвищеній його температурі та щільності (рис. 1.15, д);

- 5) *жолоблення електродів* виникає внаслідок значного зарядного та розрядного струму, підвищеної температури електроліту, порушень правил запуску двигуна стартером. Результатом жолоблення є повздовжній прогин переважно додатних електродів зі стрілою 3...4 мм;
- 6) *прискорений саморозряд* АБ за відсутності навантаження. Виникає внаслідок забруднення поверхні АБ, потрапляння домішок в електроліт.

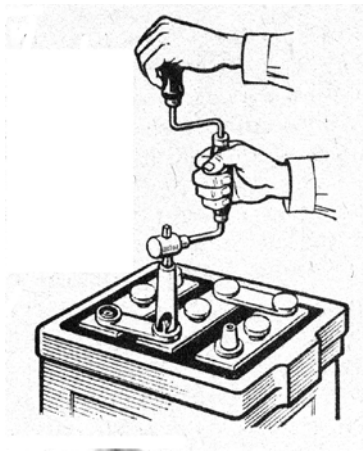
Залежно від характеру несправностей та обсягу робіт, що необхідні для їх усунення, ремонт АБ поділяють на:

- а) *поточний*, під час якого замінюють заливочну мастику, приварюють міжелементні з'єднання та наварюють вивідні клеми вугільним електродом, а також замінюють кришки акумуляторів;
- б) *середній*, під час якого замінюють моноблок і сепаратори;
- в) *капітальний*, під час якого замінюють півблоки пластин однієї з полярностей (лише додатної або лише від'ємної);
- г) *відновлювальний*, під час якого замінюють півблоки обох полярностей.

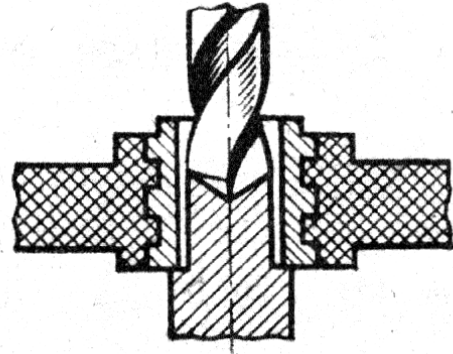
Перед ремонтом АБ очищують від забруднень, проводять зовнішній огляд, розряджають батарею силою струму, що дорівнює $1/10$ її ємності, до напруги 1,7...1,75 В, зливають електроліт. Батарея повинна бути розряджена, тому що активна маса від'ємно заряджених пластин під дією кисню повітря руйнується.

Розбирають АБ у такій послідовності:

- від'єднують від вивідних штирів міжелементні з'єднання (рис. 1.16) за допомогою трубчастих свердл (рис. 1.17);
- розігрівають мастику до температури 80...120 °С і усувають її;
- виймають блоки пластин із баків за допомогою захватів;
- блоки роз'єднують на півблоки та промивають у проточній воді впродовж 1...2 год.;
- промивають сепаратори в проточній воді;
- промивають банки АБ і перевіряють їх цілісність.



а



б

Рис. 1.16. Розбирання акумуляторних батарей:

а – усунення міжелементних з'єднань; б – усунення штирів

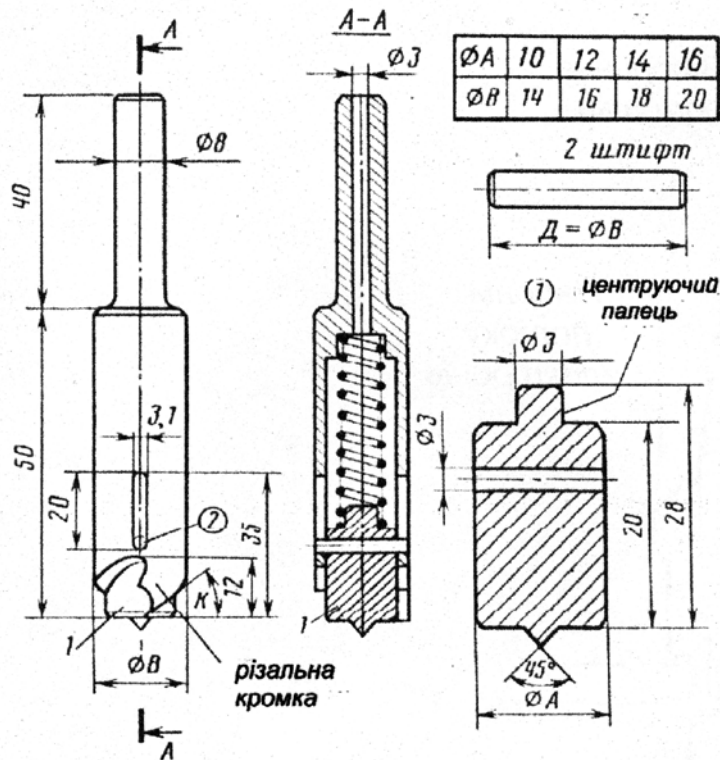


Рис. 1.17. Трубчасте свердло для ремонту міжелементних з'єднань:

1 – головка; 2 – центрувальний палець; 3 – штифт; 4 – пружина

Для розігріву мастики використовують спеціальний нагрівальний ковпак (рис. 1.18), який складається з відбивача 5, у верхній частині якого встановлена ручка 8, та спіралі для електричного нагрівання 7, що закріплена на роликах 6. Спіраль проходить через керамічні трубки 3, які закріплені на планці 2 за допомогою пластин 4. У нижній частині відбивача передбачено

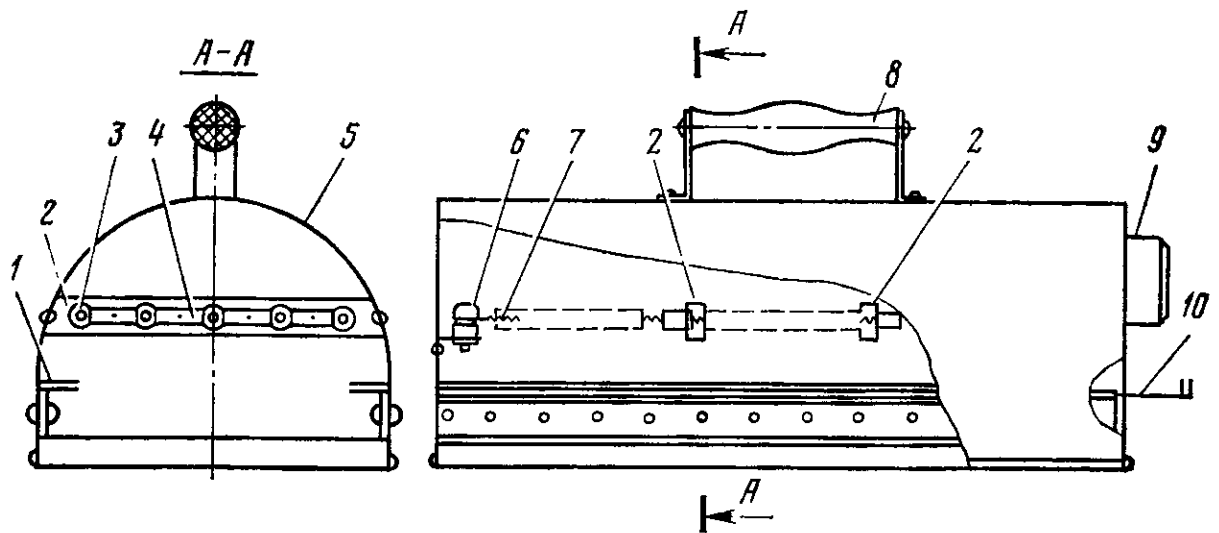


Рис. 1.18. Нагрівальний ковпак для розплавлення мастики

пази 1, в які встановлюють щиток 10 для обмеження площі нагрівання АБ різної довжини. Ковпак живиться від мережі змінного струму через штепсельну розетку 9.

Час розігріву мастики залежить від потужності нагрівача. Під час нагрівання обгорання поверхонь кришок і стінок моноблоку АБ не допускається.

Мастику усувають за допомогою електричної стамески (рис. 1.19), яку включають у мережу для нагрівання до температури 180...200 °С.

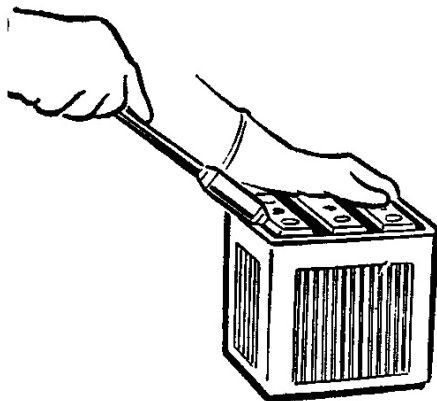


Рис. 1.19. Використання електричної стамески для усунення мастики

Кришки акумуляторів знімають за допомогою спеціальних знімачів (рис. 1.20). Деформовані кришки та пробки вибраковують.

Блоки виймають із моноблоків за допомогою екстракторів (рис. 1.21), які складаються із двох пар лівих і правих важелів 2, які шарнірно з'єднані за допомогою осі 4. Нижні кінці важелів оснащені захватами 1. Верхні кінці

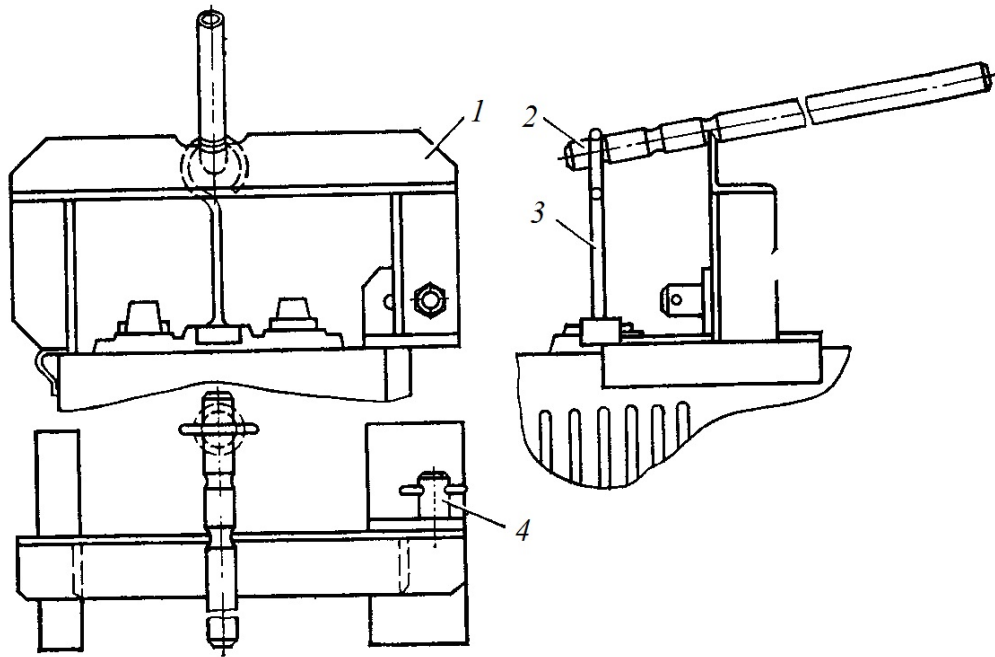


Рис. 1.20. Знімач кришок АБ:

1 – скоба; 2 – важіль; 3 – захват; 4 – гайка спеціальна

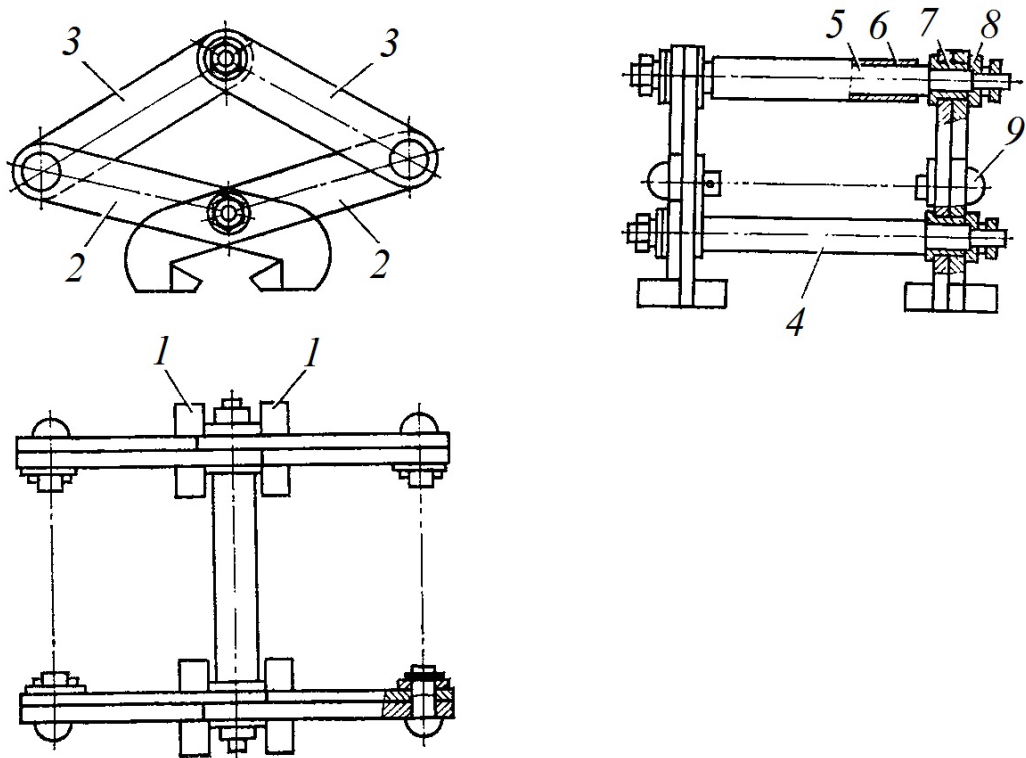


Рис. 1.21. Екстрактор для виймання блоків електродів:

1 – скоба; 2 – важіль; 3 – захват; 4 – гайка спеціальна

важелів шарнірно з'єднані з планками 3 за допомогою заклепок 9. Верхні кінці планок шарнірно з'єднані спільною віссю 5, на яку надіта гумова трубка 6. Для запобігання можливості виникнення короткого замикання захвати екстрактора ізолювані капроновими 7 і гетинаксовими шайбами 8.

Характерними дефектами моноблоків є тріщини та сколи.

Сколи виявляють візуально. Для виявлення тріщин використовують спеціальний пристрій високої напруги (рис. 1.22).

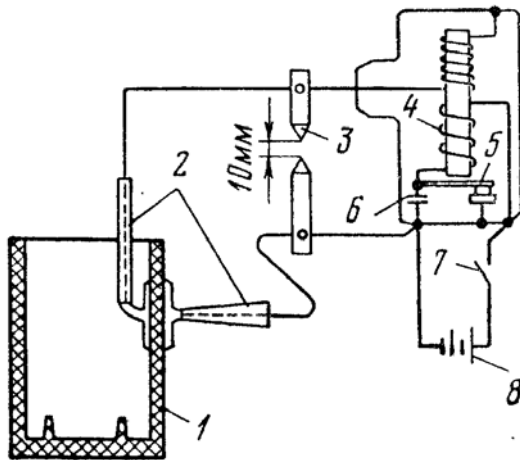


Рис. 1.22. Контроль цілісності моноблоків високою напругою:

1 – моноблок; 2 – наконечники;
3 – розрядники; 4 – котушка індуктивності; 5 – перервник;
6 – конденсатор; 7 – вимикач;
8 – джерело живлення

За його відсутності встановлюють моноблок 1 у бак 2 зі слабим розчином сірчаної кислоти (рис. 1.23). Дефектування виконують за допомогою двох пластин 3, що під'єднані до джерела струму. Відхилення стрілки амперметра 4 під час випробувань свідчить про наявність тріщини.

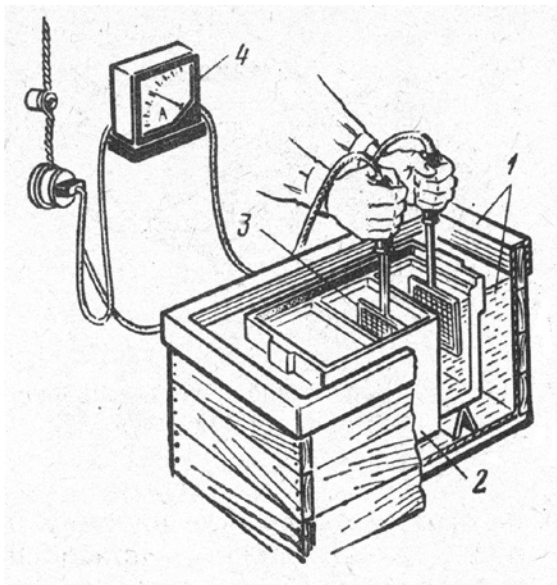


Рис. 1.23. Перевірка цілісності моноблоків струмом від мережі:

1 – бак; 2 – моноблок;
3 – пластини; 4 – амперметр

Недоліком такого методу контролю є необхідність просушування моноблоків при кімнатній температурі впродовж 3...4 годин, або в термошафах при температурі не вище 60 °С.

Обломи й сколи моноблоків глибиною до 3 мм і загальною площею не більше 5 см² відновлюють.

Тріщини усувають з використанням епоксидних смол, а також клеїв на основі стіракрилу або полістиролу. Для ремонту тріщин ебонітових моноблоків використовують епоксидну композицію наступного складу: 100 г епоксидної смоли, 10...15 г дибутилфталату (пластифікатор), 50 г ебонітової муки (наповнювач) і 8...10 г поліетиленполіаміну (затверджувач). Її наносять на зачищену та знежирену поверхню, накладаючи полосу зі склотканини.

Клей на основі стіракрилу готують, додаючи до 100 г стіракрилу ТШ 75 г розчинника та ретельно перемішуючи. Однак такий клей мусить бути використаний зразу після приготування – його не можна зберігати.

Клей на основі полістиролу готують, додаючи на 100 мл етиацетату (можна розчинника КР-36) 30 г полістиролу. Такий клей може довго зберігатись в герметично закритій посудині.

Ремонт пошкоджень моноблоків із термопласту (на основі поліетилену) або пропілену може здійснюватись із використанням як різноманітних клеїв, в тому числі й на основі епоксидних смол, так і шляхом встановлення латок з аналогічного матеріалу з використанням нагрівача елемента, параметри якого обирають з урахуванням матеріалу та розмірів дефекту. Перед встановленням латки поверхню також зачищають і знежирюють.

Після дефектування непридатні пластини замінюють новими.

Електроди з відломаними вушками наплавляють у спеціальному шаблоні (рис. 1.24). Для цього електрод вкладають в шаблон і за допомогою газового пальника розігрівають обломану кромку до температури плавлення. Далі підводять свинцевий прут у зону горіння. Пруток, розплавляючись, заповнює вільний об'єм шаблону. Наплавлений шар повинен виступати на 0,5...1,0 мм над площиною шаблону. Після відновлення вушко обробляють до номінальних розмірів.

Баретки, міжелементні з'єднання та вивідні штирі виготовлені з свинцю. Під час розбирання АБ вони пошкоджуються, тому їх виготовляють заново відливанням у форми. Як матеріал для відливання використовують вибракунані деталі АБ або ж сплави сурми і свинцю.

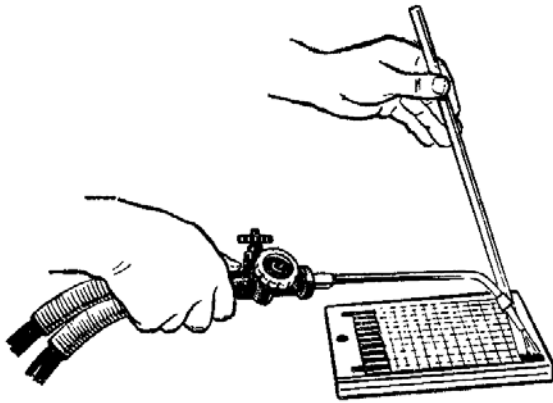


Рис. 1.24. Відновлення вушка
наплавкою в шаблоні

Для приготування сплаву використовують свинець марок С0, С1, С2 або С3 (ГОСТ 3778-78Е) і сурму марок Су0, Су1, Су2 або Су3 (ГОСТ 1089-73). Однак простіше одразу використати сурм'янистий свинець марки ССуА (ГОСТ 1292-81). Під час нагрівання до температури 400...450 °С для зменшення окиснення сплаву та вигорання сурми поверхню сплаву в тиглі присипають дрібним деревним вугіллям.

Обладнання для відливання деталей АБ подано на рис. 1.25.

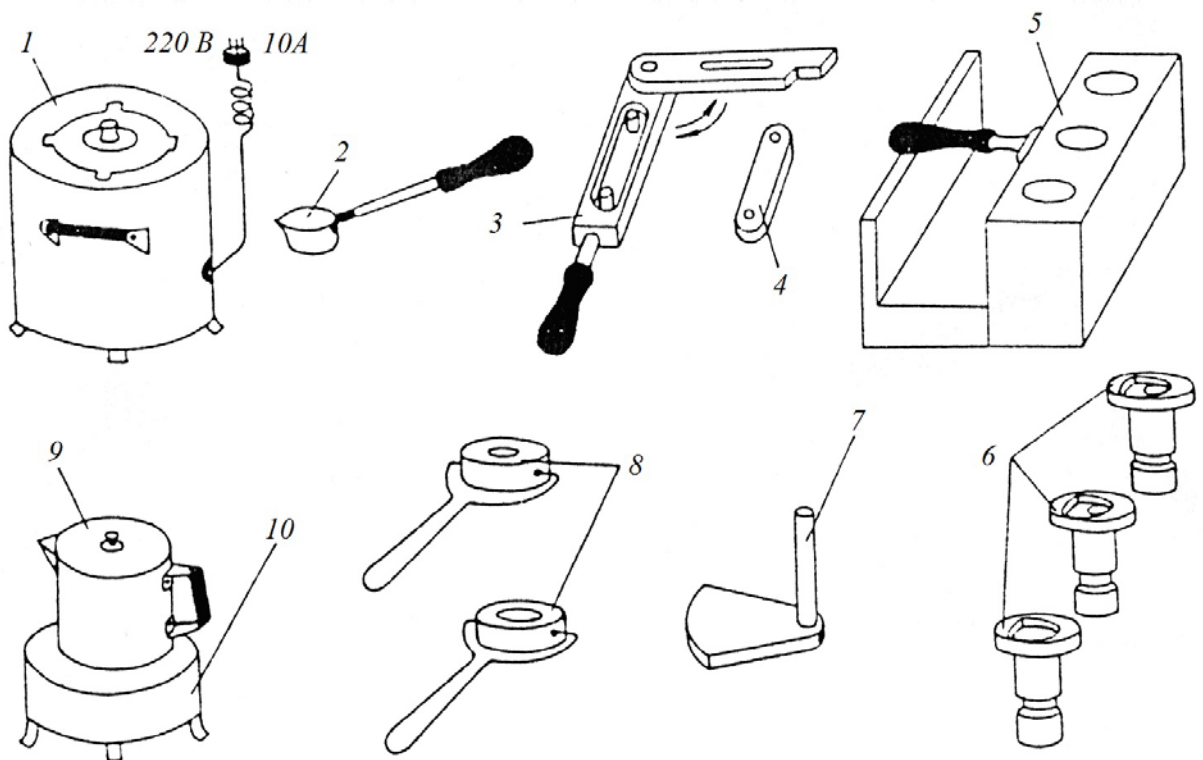


Рис. 1.25. Обладнання для відливання деталей АБ:

1 – тигель; 2 – ківш; 3 – форма для відливання міжелементних з'єднань; 4 – готова деталь; 5,6 – форми для відливання бареток; 7 – баретка; 8 – шаблони для відливання бареток; 9 – мастиковарка; 10 – електроплита

Слід зазначити, що перед відливанням поверхні форм покривають тальком, а форми розігрівають до температури 150...200 °С.

Технологічний процес складання АБ включає такі операції:

- складання пластин у півблоки. Від'ємні та додатні пластини складають окремо, на вушка пластин надягають баретки та заливають свинцем (рис. 1.26). У від'ємних півблоках кількість пластин є на одну більшою, ніж у додатних;
- складання блоків із півблоків так, щоб кожна додатна пластина була розташована між двома від'ємними;
- від середини блоку між пластинами вставляють сепаратори стежачи, щоб ребра були обернені до додатних пластин. Попередньо сепаратори промивають у дистильованій волі та обробляють 0,5-% розчином сульфанолу;
- обтискають блоки пластини (рис. 1.27);
- блоки встановлюють у банки (рис. 1.28, а).

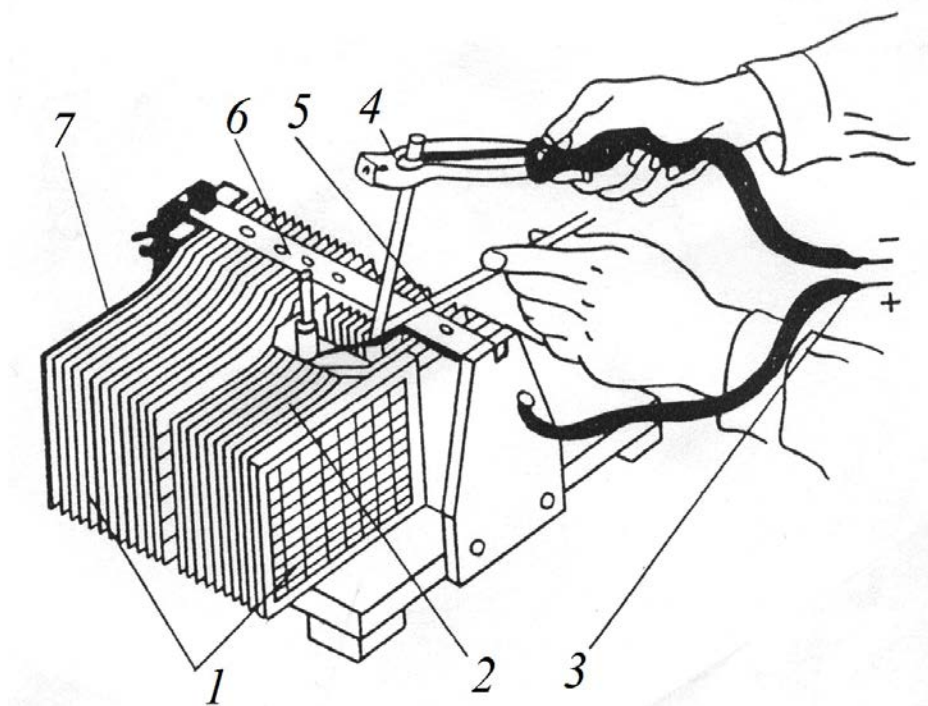


Рис. 1.26. Складання пластин акумулятора в півблоки:

1 – пластини; 2 – півблок; 3 – клема паяльника; 4 – електропаяльник; 5 – свинцевий присадковий дріт; 6 – гребінка для встановлення вушок пластин; 7 – пристосування для складання півблоків

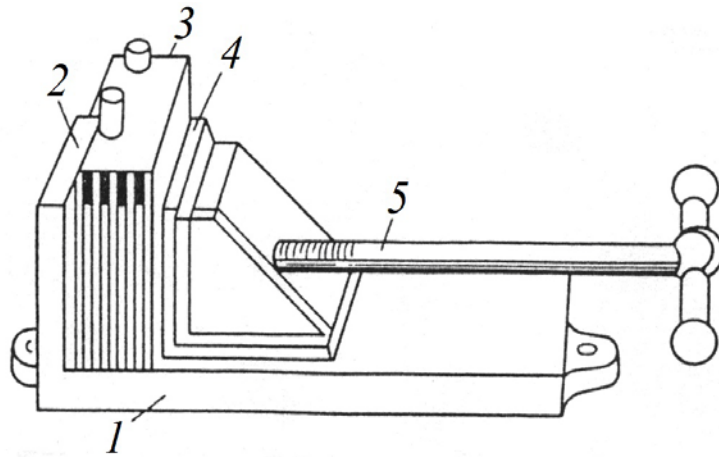


Рис. 1.27. Пристосування для обтискання блоків пластин:

1 – основа; 2 – нерухома опора; 3 – блок АБ; 4 – рухома опора; 5 – тяжкий гвинт

Кожний акумулятор закривають кришкою. Між кришкою та стінкою банки вкладають азбестовий шнур, який запобігає потраплянню розпавленої мастики всередину банки під час заливання.

Перевіряють також відсутність короткого замикання між пластинами. Простір між кришкою та банкою заливують мастикою (рис. 1.28, б), яка є сумішшю 75%-го нафтового бітуму № 5 й авіаційного або ж машинного масла. Температура нагрівання бітуму – 170...180 °С. Поверхня шару матики повинна бути рівною, блискучою, без пухирів.

На штирі, що з'єднують окремі акумулятори, надягають і приварюють міжелементні з'єднання (рис. 1.28, в).

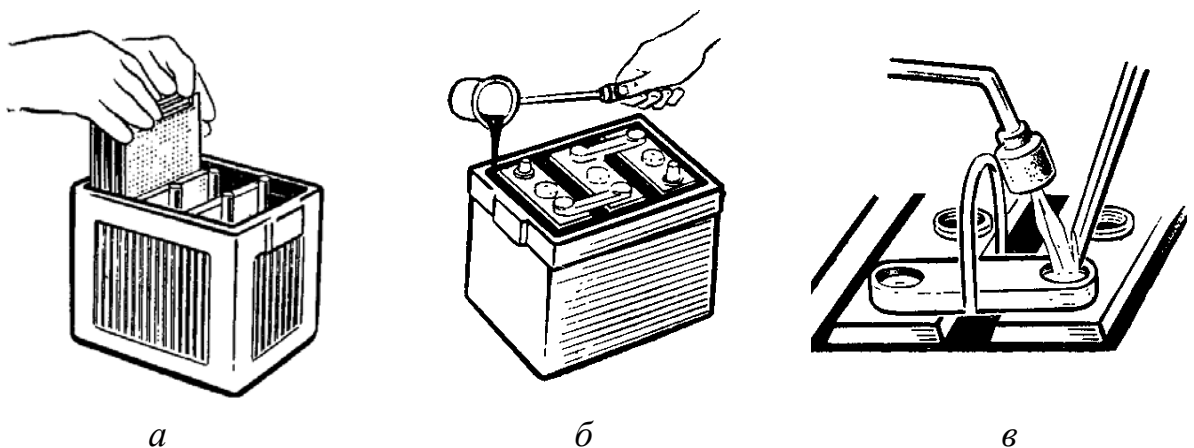


Рис. 1.28. Складання АБ:

*а – встановлення блоків у банки; б – заливання мастики;
в – приварювання міжелементних з'єднань*

Вивідні клеми наплавляють свинцем за допомогою шаблону, який забезпечує конусність поверхні $\angle 1 : 9$. Контролюють також діаметри додатної та від'ємної вивідних клем. Слід зазначити, що розміри та форма полюсних виводів АБ згідно з міжнародними стандартами є однаковими для всіх батарей (рис. 1.29), однак різною для додатного та від'ємного полюсів.

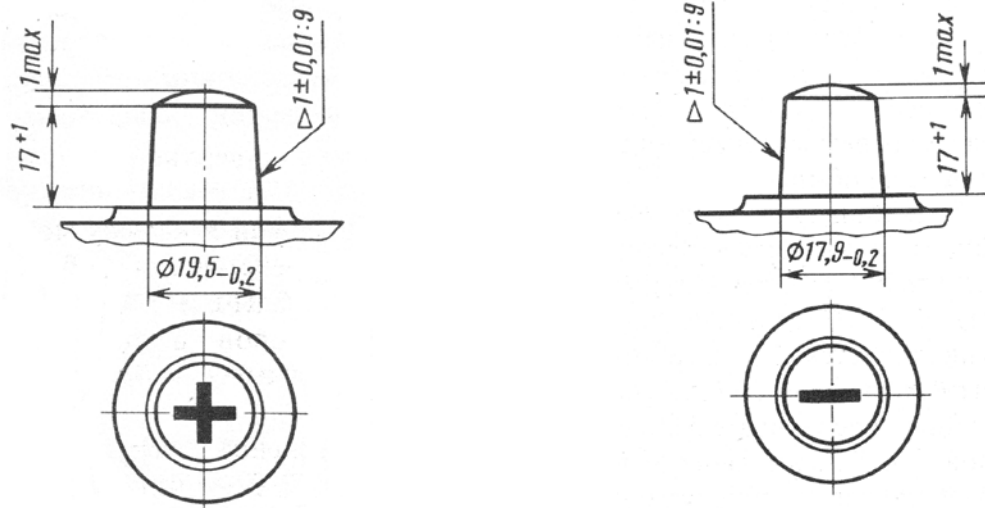


Рис. 1.29. Розміри та форма полюсних виводів АБ

Непаралельність перемичок і виводів відносно горизонтальної та вертикальної площин не повинна перевищувати 2 мм.

Кожну АБ після складання випробовують на герметичність, створюючи підвищений або понижений (відносно атмосферного) тиск 200 ± 13 гПа.

Герметичність акумуляторів без вентиляційних штуцерів у кришках перевіряють за допомогою спеціальної пробки з мундштуком, на який надягають гумовий шланг, з'єднаний з манометром, а далі через вентиль з вакуумним насосом. Пробку закручують у заливну горловину кришки та за допомогою вакуумного насоса створюють розрідження 200 ± 13 гПа. Далі закривають вентиль вакуумної магістралі та спостерігають за падінням тиску. Покази манометра не повинні змінюватись впродовж 3...5 с.

Аналогічним чином перевіряють АБ з вентиляційними штуцерами в кришках. Різниця полягає лише в тому, що спеціальну пробку закручують на вентиляційний штуцер, а перевірку проводять при щільно закритих пробках у горловинах.

Батереї, які не забезпечують потрібну герметичність, повертають у ремонт.

Складені АБ заправляють електролітом і заряджають.

Для приготування дистильованої води та електроліту використовують установку ПТ-979-ГОСНИТИ. Електроліт готують з хімічно чистої сірчаної кислоти та дистильованої води. За фізико-хімічними показниками дистильована вода повинна відповідати вимогам і нормам щодо вмісту домішок (не більше): залишок після випарювання – 5,0; залишок після прожарювання – 1,0; аміак і амонійні солі – 0,02; нітрати – 0,20; сульфати – 0,50; хлориди – 0,02; алюміній – 0,05; залізо – 0,05; кальцій – 0,80; мідь – 0,02; свинець – 0,05; цинк – 0,20; речовини, що відновлюють KMnO_4 – 0,08 мг/л.

Високі вимоги є й до чистоти сірчаної кислоти.

Рецептура приготування електроліту подана в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Рецептура приготування 1 л електроліту

Щільність електроліту при 25°C, г/см ³	1-й спосіб		2-й спосіб	
	вода, л	кислота щільністю 1,83 г/см ³ при 25°C	вода, л	розчин кислоти щільністю 1,40 г/см ³ при 25°C
1,20	0,859	0,200 л	0,534	0,466 л
1,22	0,839	0,221 л	0,484	0,516 л
1,24	0,819	0,242 л	0,433	0,567 л
1,26	0,800	0,263 л	0,383	0,617 л
1,28	0,781	0,285 л	0,327	0,673 л
1,40	0,650	0,423 л	0,000	1,000 л

Для заряджання АБ використовують установки АТУ-12549 “Імпульс” або ВАК-12-15. Під час заряджання рівень електроліту в акумуляторах підтримують доливанням дистильованої води. У відремонтованих батареях напругу кожного акумулятора перевіряють навантажувальною вилкою Э-107. Напруга повинна бути не меншою 1,78 В.

1.6. Призначення та будова генератора

Джерелами струму на автотракторних двигунах є генератори. Переважна більшість генераторів – це трифазні синхронні електричні машини з електромагнітним збудженням і вбудованим блоком випрямлячів (рис. 1.30).

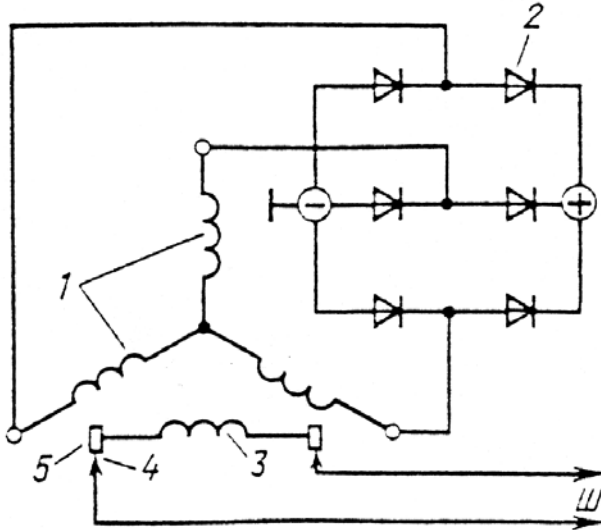


Рис. 1.30. Електрична схема генератора:

- 1 – обмотка статора; 2 – діод;
3 – обмотка збудження; 4 – щітка;
5 – контактне кільце

Генератор (рис. 1.31) складається зі статора 7, ротора 14, кришки з боку контактних кілець 8 з блоком випрямлячів 11, кришки з боку привода 1, вентилятора 15 і шківів 17.

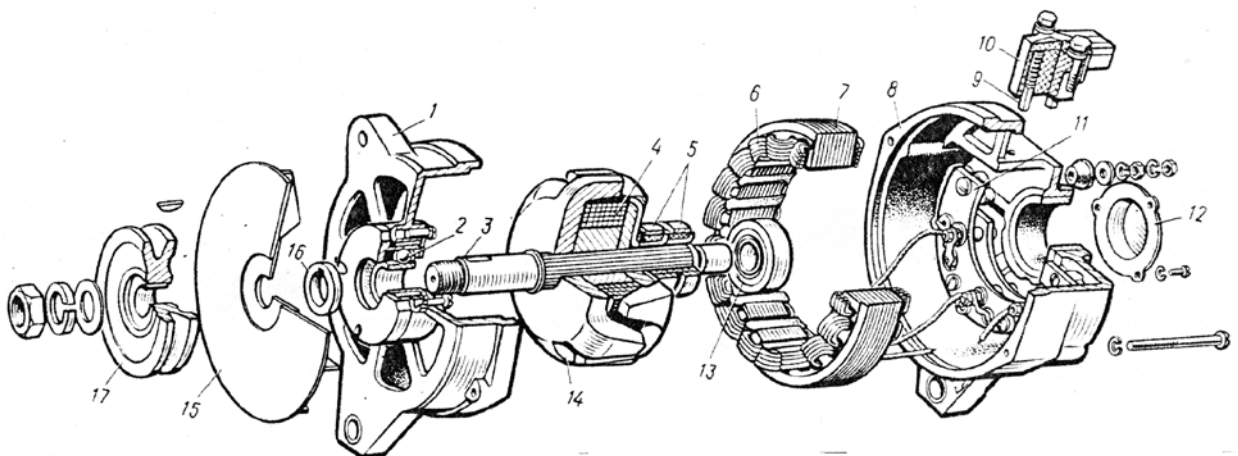


Рис. 1.31. Генератор 1250-ГЗ:

- 1,8 – кришки; 2,13 – підшипники; 3 – вал ротора; 4 – обмотка збудження; 5 – контактні кільця; 6 – обмотка статора; 7 – статор; 9 – щітка; 10 – щіткотримач; 11 – блок випрямлячів; 12 – кришка підшипника; 14 – ротор; 15 – вентилятор; 16 – втулка; 17 – шків

Статор 7 набрано з окремих пластин листової електротехнічної сталі, що з'єднані в пакет. У пази статора переважно “зірочкою” вкладена трифазна обмотка. Кінці обмотки приєднані до блоку випрямлячів 11, що складається із двох пластин, в яких встановлено шість кремнієвих діодів (по 3 діоди різної провідності в кожній пластині).

Ротор генератора 14 складається з обмотки збудження 4, до торців якої прилягають два кігтеподібні полюсні наконечники, що утворюють 12-полюсну магнітну систему, а також двох ізольованих контактних кілець 5, на які виведено кінці обмотки збудження 4.

Ротор 14 обертається на підшипниках 2, 13, що встановлені в двох кришках 1, 8. У кришці з боку контактних кілець встановлено блок випрямлячів 11 і щіткотримач 10. Перед кришкою з боку приводу встановлений вентилятор 15, який забезпечує необхідний температурний режим роботи генератора, та шків 17 для передачі крутного моменту на ротор.

Генератор працює наступним чином.

При увімкненні запалювання струм АБ проходить через обмотку збудження ротора, створюючи магнітний потік. Під час обертання ротора магнітний потік перетинає трифазну обмотку статора, створюючи в ній змінну за значенням і напрямом електрорушійну силу, що випрямляється блоком випрямлячів.

У сучасніших системах використовують інші схеми підключення генераторних установок, які відрізняються тим, що з метою підвищення потужності генератора використовуються додатково два випрямлячі VD7 і VD8, а також тим, що обмотка збудження під'єднана до додаткового випрямляча, що складається з діодів VD9, VD10 і VD11 (рис. 1.32).

Обмотка статорів генераторів, як уже зазначалось, трифазна. Вона складається з трьох частин, які називають обмотками фаз або ж просто фазами. Напруги й струми в обмотках фаз зсунуті на $1/3$ періоду (на 120°).

Розрізняють фазні та лінійні напруги і струми. Фазні струми I_ϕ проходять в обмотках фаз, а фазні напруги U_ϕ виникають між кінцями фаз.

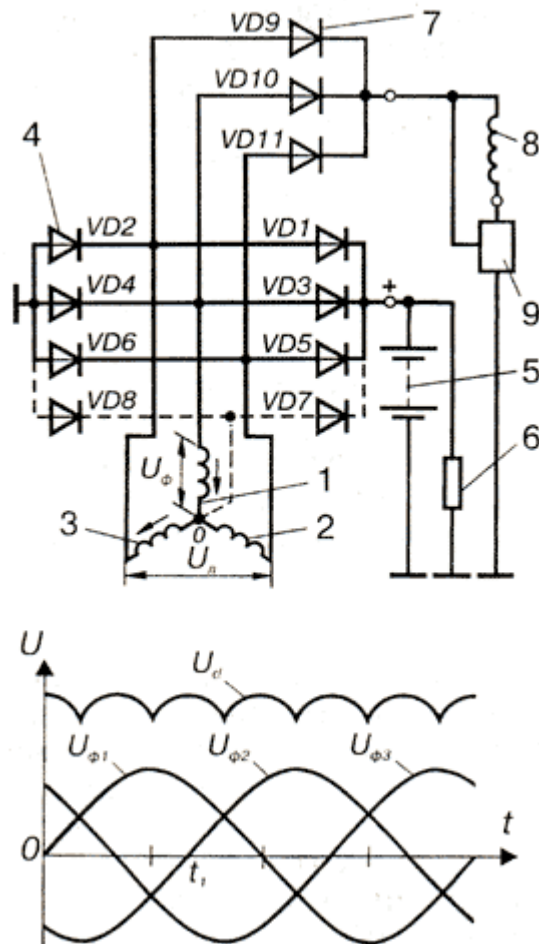


Рис. 1.32. Принципова схема генераторної установки:

$U_{\phi 1} - U_{\phi 3}$ - напруга в обмотках фаз; U_d - випрямлена напруга;

1, 2, 3 – обмотки фаз статора; 4 – діоди силового випрямляча; 5 – АБ;

6 – навантаження; 7 – діоди випрямляча обмотки збудження; 8 – обмотка збудження;

9 – регулятор напруги

Лінійні напруги U_L виникають між кінцями проводів, що з'єднують обмотку статора з випрямлячем, а лінійні струми I_L проходять у цих проводах. Очевидно випрямлячі працюють з лінійними струмами та напругами.

Фази можуть бути з'єднані “зірочкою” або “трикутником”.

У разі з'єднання обмоток “трикутником” фазні струми будуть в $\sqrt{3}$ рази менші від лінійних, а в разі з'єднання обмоток “зірочкою” – $I_{\phi} = I_L$. Тому в генераторах великої потужності вантажних автомобілів, тракторів і комбайнів застосовується з'єднання обмоток статорів “трикутником”, адже при менших струмах для намотування обмоток можна застосувати тонший дріт, що технологічніше.

Однак, внаслідок того, що в з'єднанні “трикутником” маємо $U_{\Phi} = U_{\Delta}$, то для того, щоб отримати потрібну напругу на виході генератора при тій же частоті обертання ротора, необхідно збільшити кількість витків окремих фаз обмотки порівняно зі з'єднанням “зірочкою”.

Тонший дріт можна застосувати і для з'єднання фаз “зірочкою”, однак у такому випадку обмотку фаз виконують у вигляді двох паралельних обмоток за схемою “подвійна зірка”.

У реальних генераторах фазні напруги є дещо відмінні від синусоїдальних. Тому дійсні фазні напруги U_{Φ} можна подати як суму синусоїд, які називають гармонічними складовими або гармоніками.

Як правило, використовують першу U_1 й третю U_3 гармоніки (рис. 1.33).

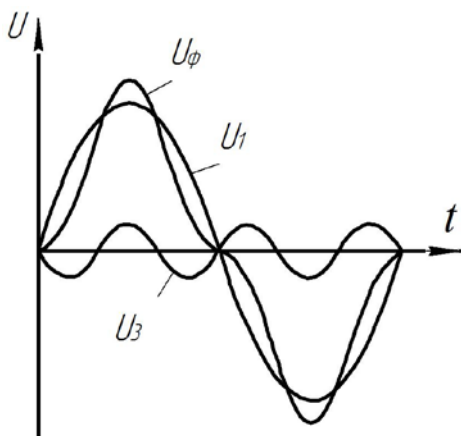


Рис. 1.33. Зображення фазної напруги U_{Φ} у вигляді суми синусоїд першої U_1 й третьої U_3 гармонік.

Частота першої гармонічної складової U_1 співпадає з частотою фазної напруги, а частота третьої U_3 — є втричі вища від першої. У лінійних напругах, які власне підводяться до випрямлячів, третя гармоніка відсутня. Це пояснюється тим, що треті гармоніки всіх фазних напруг співпадають за фазою і взаємно компенсуються. Таким чином третя гармоніка у фазній напрузі є, а в лінійній — відсутня. Тому потужність третьої гармоніки фазної напруги не може бути використана споживачами. Для того, щоб використати цю потужність, у схему додані діоди VD7 і VD8, приєднані до нульової точки обмоток фаз. Таким чином ці діоди випрямляють напругу третьої гармоніки фазної напруги. Їх застосування уможлиблює підвищення потужності генератора на 5...15% при частоті обертання понад 3000 об./хв.

Діоди випрямляча обмотки збудження $VD9$, $VD10$ і $VD11$ працюють одночасно з діодами $VD2$, $VD4$ і $VD6$ силового випрямляча. Однак струм, який живить обмотку збудження, є незначним, а тому діоди $VD9$, $VD10$ і $VD11$ розраховані на силу струму до 2 А, тоді як діоди силового випрямляча працюють зі струмами силою 25...35 А.

Слід звернути увагу, що функції випрямляючого діода інколи виконує напівпровідниковий кремнієвий перехід, загерметизований на тепловідводі.

Використання в регуляторах напруги мікроелектроніки зумовило потребу введення в схему генераторних установок елементів захисту від високих напруг, що виникають, наприклад, у момент раптового від'єднання АБ. Такий захист полягає в заміні силових діодів стабілітронами. Відмінність стабілітрона від випрямляючого діода полягає в тому, що при дії на нього напруги оберненої полярності, він не пропускає струм лише до моменту досягнення певного значення такої напруги, яку називають напругою стабілізації (переважно 25...30 В). При досягненні напруги стабілізації стабілітрон “пробивається” та починає пропускати струм. Однак, у певних межах сили цього струму напруга на стабілітроні та, відповідно, й на виводі генератора, залишається незмінною та безпечною для електронних вузлів. Властивість стабілітронів підтримувати постійну напругу після “пробою” використовується в регуляторах напруги.

Принцип дії регулятора напруги.

На старих автомобілях використовують вібраційні регулятори напруги.

Регулятор напруги РР127 вібраційного типу генератора Г271 (рис. 1.34) має основну OO та вирівнюючу BO обмотки. Вирівнююча обмотка BO через контакти регулятора включена послідовно до обмотки збудження OB генератора. Основна обмотка OO через прискорюючий Ry і термокомпенсаційний Rt резистори включена паралельно до обмотки збудження OB генератора. Якір регулятора підвішений на біметалевій пластині $БП$, яка разом з резистором Rt призначена для термокомпенсації.

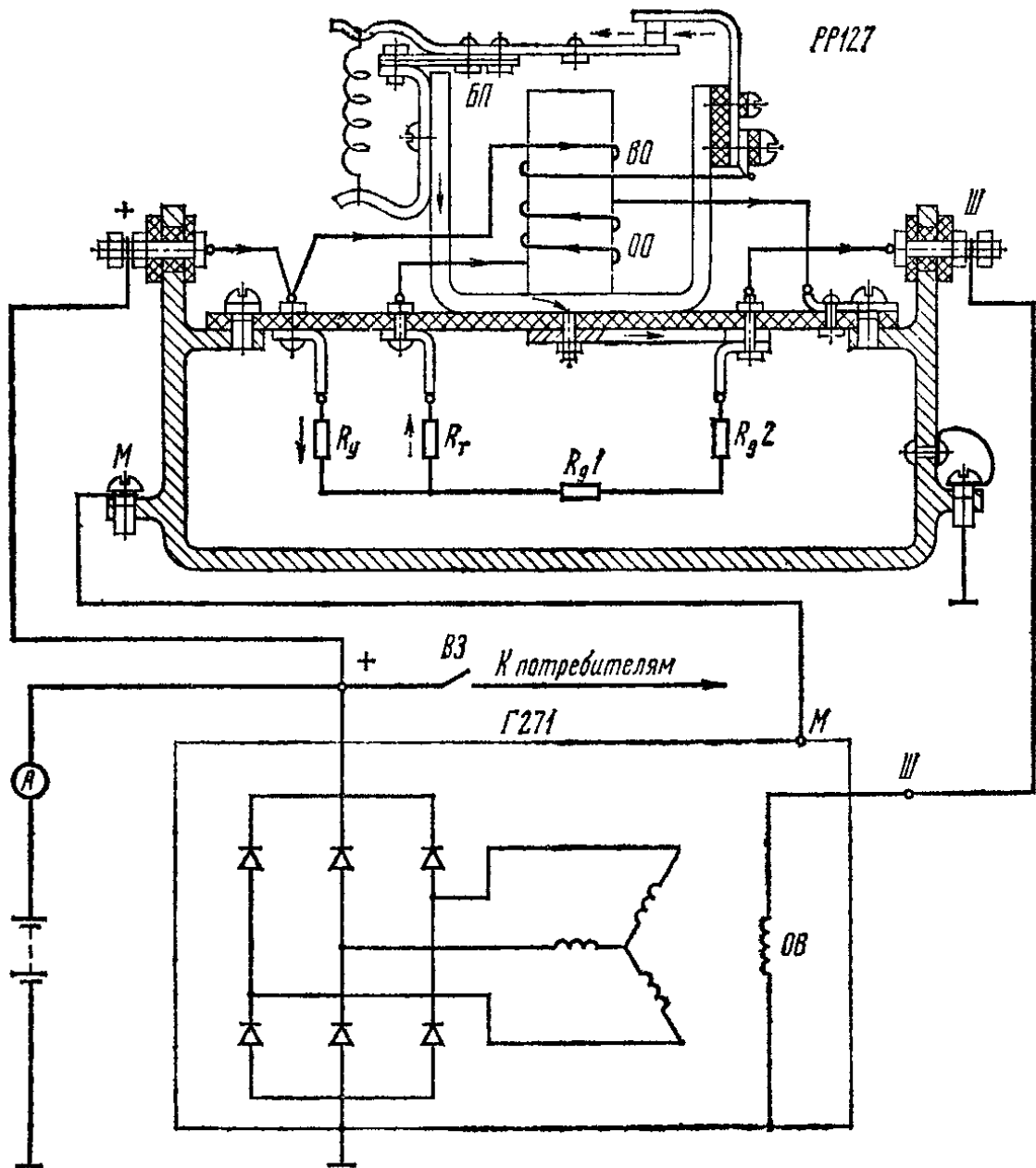


Рис. 1.34. Схема з'єднань генератора Г-271 і регулятора напруги PP127

Регулятор має три виводи – «Ш», «М» і «+», що з'єднані з відповідними виводами генератора. Кремнієвий випрямляч забезпечує постійне з'єднання головного ланцюга генератора з АБ.

Якщо напруга генератора, менша від встановленого значення, струм збудження проходить від додатного виводу АБ, через амперметр, вивід «+» регулятора, вирівнюючу обмотку BO регулятора, контакти і корпус реле, вивід «Ш» регулятора, вивід «Ш» генератора, обмотку збудження, корпус автомобіля («масу») до від'ємного виводу АБ. Струм основної обмотки

регулятора проходить від виводу «+» через резистори R_y , R_t і основну обмотку на корпус автомобіля («масу»).

Якщо напруга генератора перевищує номінальну, то контакти регулятора роз'єднуються і струм збудження від виводу «+» до виводу «Ш» регулятора проходить через резистори R_y , $R_{д1}$ і $R_{д2}$. Внаслідок цього зменшується сила струму збудження, напруга генератора і сила струму в основній обмотці OO регулятора. Контакти регулятора замикаються знову і процес регулювання повторюється.

Усі сучасні генераторні установки оснащуються напівпровідниковими електронними регуляторами напруги, як правило вбудованими всередину генератора. Схеми їх виконання і конструктивне оформлення можуть бути різні, але принцип роботи у всіх регуляторів однаковий. Напруга генератора без регулятора залежить від частоти обертання його ротора, магнітного потоку, створюваного обмоткою збудження, а, отже, від сили струму в цій обмотці й струму, що віддається генератором споживачам. Чим більшою є частота обертання і сила струму збудження, тим більшою буде напруга генератора, чим більше сила струму його навантаження – тим меншою є ця напруга.

Функцією регулятора напруги є стабілізація напруги у разі змін частоти обертання і навантаження за рахунок впливу на струм збудження. Можна змінювати струм у ланцюзі збудження шляхом включення у цей ланцюг резистора, як, наприклад, у вібраційних регуляторах напруги. Але цей спосіб пов'язаний з втратою потужності на цьому резисторі, а тому в електронних регуляторах не застосовується. Електронні регулятори змінюють струм збудження шляхом під'єднання та від'єднання обмотки збудження від мережі живлення. Якщо для стабілізації напруги потрібно зменшити силу струму збудження, то тривалість під'єднання обмотки збудження скорочується, а якщо потрібно збільшити силу струму, то тривалість під'єднання обмотки збудження навпаки зростає.

Принцип роботи електронного регулятора зручно продемонструвати на простій схемі регулятора типу EE14V3 фірми BOSCH (рис. 1.35).

Щоб зрозуміти роботу схеми, слід згадати, по-перше, що стабілітрон у регуляторі є еталоном напруги, з яким порівнюється напруга генератора; по-друге, що транзистори пропускають струм між колектором і емітером, тобто відкриті, якщо в ланцюзі «база – емітер» (цей ланцюг називають ще базовим) протікає струм, і не пропускають струм між колектором і емітером, тобто закриті, якщо в ланцюзі «база – емітер» струм відсутній.

Напруга до стабілітрона VD2 підводиться від виводу генератора "D +" через подільник напруги на резисторах R1, R3 і діод VD1, який здійснює температурну компенсацію. Поки напруга генератора невелика і напруга на стабілітроні є нижчою напруги стабілізації, стабілітрон закритий, а, отже, і в ланцюзі "база – емітер" транзистора VT1 струм не протікає. Тому транзистор VT1 також закритий. У цьому випадку струм через резистор R6 від виводу "D +" надходить у ланцюг «база – емітер» транзистора VT2, який відкривається, а через його перехід «емітер – колектор» починає протікати струм у ланцюзі "база – емітер" транзистора VT3, який також відкривається.

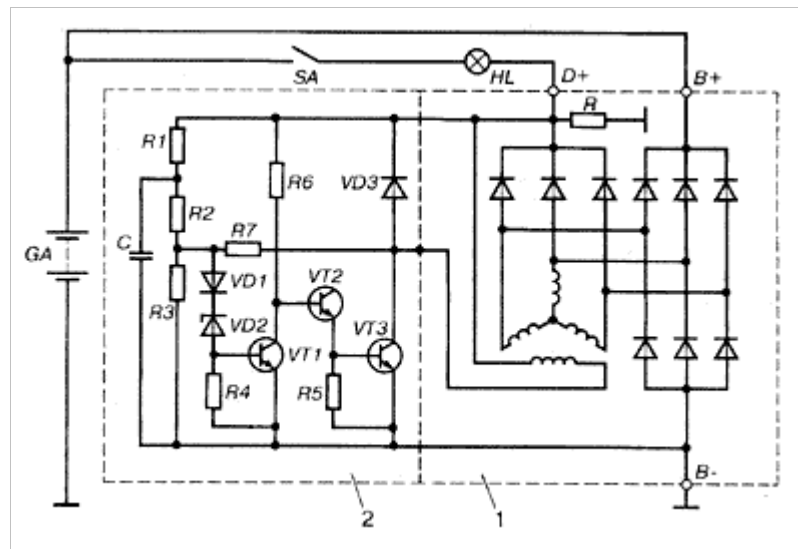


Рис. 1.35. Схема регулятора напруги EE14V3 фірми BOSCH:

1 - генератор, 2 - регулятор напруги, SA - замок запалювання,
HL - контрольна лампа на панелі приладів

У такому разі обмотка збудження генератора під'єднана до ланцюга живлення через перехід «емітер – колектор» транзистора VT3.

З'єднання транзисторів $VT2$ і $VT3$, при якому їх колекторні виводи об'єднані, а живлення базового ланцюга одного транзистора проводиться від емітера іншого, називається схемою Дарлінгтона. При такому з'єднанні обидва транзистора можуть розглядатися як один складений транзистор з великим коефіцієнтом підсилення. Зазвичай такий транзистор і виконується на одному кристалі кремнію.

Якщо напруга генератора зросла, наприклад, через збільшення частоти обертання його ротора, то зростає і напруга на стабілітроні $VD2$. При досягненні цієї напругою величини напруги стабілізації, стабілітрон $VD2$ "пробивається", струм через нього починає надходити в базовий ланцюг транзистора $VT1$. Транзистор VT відкривається і через перехід «емітер-колектор» закорочує вивід бази складеного транзистора $VT2$, $VT3$ на "масу". Складений транзистор закривається, розриваючи ланцюг живлення обмотки збудження. Струм збудження спадає, зменшується напруга генератора, закриваються стабілітрон $VT2$ і транзистор $VT1$, відкривається складений транзистор $VT2$, $VT3$, обмотка збудження знову під'єднується до ланцюга живлення, напруга генератора зростає і процес повторюється.

Таким чином, регулювання напруги генератора регулятором здійснюється дискретно через зміну відносної тривалості під'єднання обмотки збудження до ланцюга живлення. При цьому сила струму в обмотці збудження $I_{зб}$ змінюється так, як показано на рис. 1.36.

Якщо частота обертання ротора генератора зросла або навантаження його зменшилось, тривалість під'єднання обмотки зменшується, якщо частота обертання ротора зменшилася або навантаження зросло – тривалість під'єднання обмотки збільшується.

У схемі регулятора (див. рис. 1.35) є елементи, що характерні для схем всіх регуляторів напруги, які застосовуються на автомобілях.

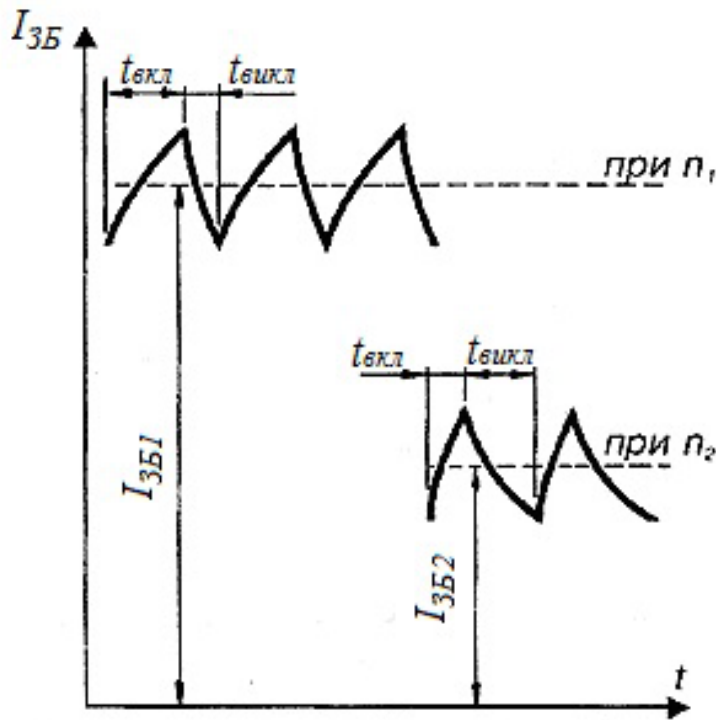


Рис. 1.36. Зміна сили струму в обмотці збудження $I_{зБ}$ в часі t у результаті роботи регулятора напруги:

$t_{вкл}$, $t_{выкл}$ - відповідно час включення і виключення обмотки збудження регулятора напруги;

n_1 , n_2 - частоти обертання ротора генератора, причому n_2 більша від n_1 ;

$I_{зБ1}$ і $I_{зБ2}$ - середні значення сили струму в обмотці збудження

Діод $VD3$ у разі закриття складеного транзистора $VT2$, $VT3$ запобігає небезпечному короткочасному стрибкоподібному зростанню напруги, що виникає внаслідок розривання ланцюга обмотки збудження, який характеризується значною індуктивністю. У разі такого стрибкоподібного зростання напруги струм обмотки збудження може замикатися через цей діод.

Опір $R7$ є опором жорсткої зворотного зв'язку.

Якщо складений транзистор $VT2$, $VT3$ відкритий, то опір $R7$ підключається паралельно з опором $R3$ подільника напруги, а тому напруга на стабілітроні $VT2$ різко зменшується. Це прискорює перемикання схеми регулятора, а також підвищує частоту перемикання, що благотворно позначається на якості напруги генераторної установки.

Конденсатор $C1$ є своєрідним фільтром, що захищає регулятор від впливу імпульсів напруги на його вході. Взагалі конденсатори в схемі регулятора або запобігають переходу цієї схеми в коливальний режим і можливості впливу сторонніх високочастотних перешкод на роботу регулятора, або ж прискорюють перемикання транзисторів. В останньому випадку конденсатор, заряджаючись в один момент часу, розряджається на базовий ланцюг транзистора в інший момент, прискорюючи розрядним струмом

перемикання транзистора, зменшуючи таким чином його нагрівання і, як наслідок, втрати енергії.

Розглянемо роботу лампи *HL* контролю працездатного стану генераторної установки (лампа контролю заряду на панелі приладів). При непрацюючому двигуні автомобіля замикання контактів вимикача запалювання *SA* дає можливість струму від акумуляторної батареї *GA* через цю лампу *HL* надходити в обмотку збудження генератора. Так забезпечується початкове збудження генератора. Лампа при цьому горить, сигналізуючи, що в ланцюзі обмотки збудження немає обриву. Після запуску двигуна, на виводах генератора "*D +*" і "*B +*" з'являється практично однакова напруга, а тому лампа *HL* гасне. Якщо генератор при працюючому двигуні автомобіля не розвиває потрібної напруги, то лампа *HL* продовжує горіти і в цьому режимі, що є сигналом про наявність відмови генератора або обрив привідного паса генератора.

Введення резистора *R* у схему генераторної установки розширює діагностичні можливості лампи *HL*. За наявності цього резистора у випадку обриву ланцюга обмотки збудження при працюючому двигуні автомобіля лампа *HL* загоряється.

На даний час все більше фірм переходять на випуск генераторних установок без додаткового випрямляча обмотки збудження. У разі застосування такої схеми в регулятор заводиться вивід фази генератора. При непрацюючому двигуні автомобіля напруга на виводі фази генератора відсутня і регулятор напруги в цьому випадку переходить в режим, що перешкоджає розряджанню акумуляторної батареї на обмотку збудження. Наприклад, при включенні запалювання схема регулятора переводить його вихідний транзистор в коливальний режим, при якому струм в обмотці збудження невеликий (частки ампера). Після запуску двигуна сигнал з виводу фази генератора переводить схему регулятора в нормальний режим роботи. Схема регулятора здійснює в цьому випадку і керування лампою контролю працездатного стану генераторної установки.

З метою забезпечення надійної роботи акумуляторної батареї потрібно, щоб з зменшенням температури електроліту, напруга, що підводиться до батареї від генераторної установки, дещо зростала, а з зростанням температури – навпаки, дещо знижувалась. Такі зміни називають ще *термокомпенсацією*.

Для автоматизації процесу потрібних змін напруги застосовують давач, занурений в електроліт акумуляторної батареї і включений в схему регулятора напруги. Однак така схема використовується рідко.

У найпростішому ж випадку термокомпенсація у регуляторі полягає в тому, що залежно від температури охолоджуючого повітря, що надходить у генератор, напруга генераторної установки змінюється в заданих межах. На рис. 1.37 подана залежність напруги від температури, що підтримується регулятором EE14V3 фірми BOSCH на одному з робочих режимів.

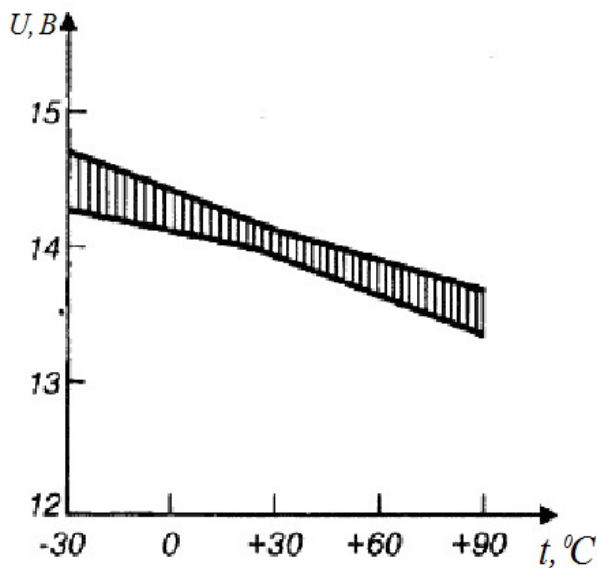


Рис. 1.37. Залежність напруги від температури, що підтримується регулятором EE14V3 фірми BOSCH при частоті обертання 6000 хв.^{-1} і силі струму навантаження 5 А

На графіку зазначено також поле допуску напруги. Спадний характер залежності забезпечує хороші умови заряджання АБ при від'ємній температурі і запобігає посиленому википанню електроліту при високій температурі.

З цієї ж причини на автомобілях, призначених для експлуатації в тропіках, встановлюють регулятори напруги з дещо нижчою напругою налаштування, ніж на автомобілях, що експлуатуються в умовах помірного та холодного клімату.

Характеристики автомобільних генераторів.

Здатність генераторної установки забезпечувати споживачів електроенергією на різних режимах роботи двигуна визначається його струмошвидкісною характеристикою – залежністю найбільшої сили струму, що віддається генератором, від частоти обертання ротора при постійній величині напруги на силових виводах (рис. 1.38).

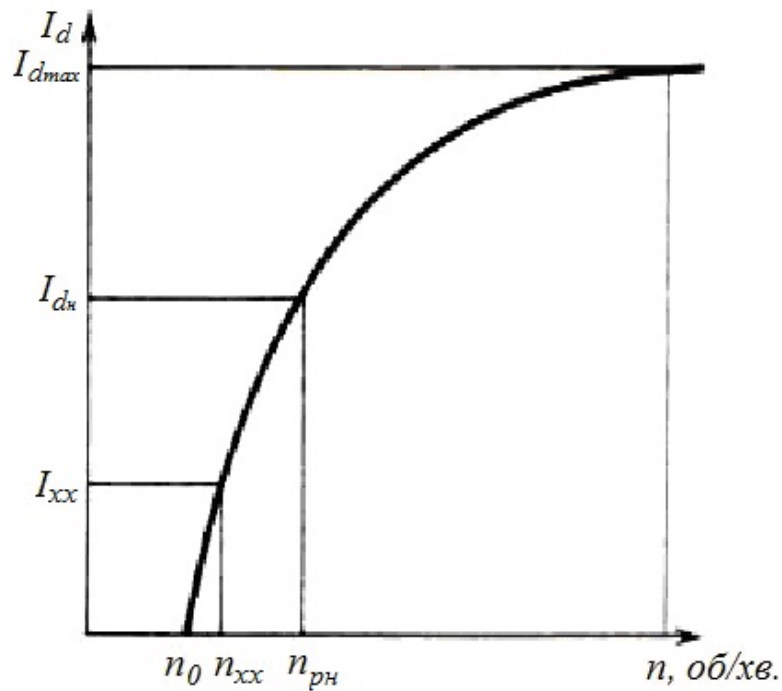


Рис. 1.38. Струмошвидкісна характеристика генераторних установок

Розрізняють такі струмошвидкісні характеристики:

- при самозбудженні (ланцюг обмотки збудження живиться від власного генератора);
- при незалежному збудженні (ланцюг обмотки збудження живиться від стороннього джерела);
- для генераторної установки (регулятор напруги включений в схему);
- для генератора (регулятор напруги відключений);
- у холодному стані, коли температура вузлів генератора практично дорівнює температурі навколишнього повітря (25 ± 10) °С. Оскільки під час експериментального визначення струмошвидкісної характеристики генератор нагрівається, час експерименту має бути мінімальним (не більше 1 хв.), а

повторний експеримент повинен проводитися після того, як температура вузлів знову зрівняється з температурою навколишнього повітря);

– у нагрітому стані.

У технічній документації генераторів вказують лише окремі характерні точки струмошвидкісної характеристики. До таких точок належать:

n_0 – початкова частота обертання ротора без навантаження, при якій генератор починає віддавати струм. Оскільки, зазвичай, зняття характеристики починають з струму навантаження, який становить близько 2А, то цю точку знаходять екстраполяцією знятої характеристики до перетину з віссю абсцис;

$n_{хд}$ – частота обертання ротора генератора, яка приблизно відповідає частоті холостого ходу двигуна. Умовно беруть, $n_{хд} = 1500 \text{ хв.}^{-1}$.

Цій частоті відповідає сила струм $I_{хд}$. Фірма *BOSCH* для "компактних" генераторів прийняла $n_{хд} = 1800 \text{ хв.}^{-1}$;

$I_{хд}$ – сила струму генератора при частоті обертання, що відповідає мінімальним стійким оборотам холостого ходу двигуна. У цьому режимі генератор повинен віддавати струм, необхідний для живлення ряду найважливіших споживачів, перш за все системи запалювання карбюраторних двигунів. Для сучасних генераторів $I_{хд}$ становить 40 ... 50% від номінальної сили струму;

I_{dm} – найбільша сила струму, що віддається генератором. Це сила струм, яка віддається генератором при частоті обертання ротора 5000 хв.^{-1} (або ж 6000 хв.^{-1} для сучасніших генераторів). Автомобільні вентильні генератори мають самообмеження, тобто коли I_{dm} досягає значення, яке близьке до сили струму короткого замикання, то при подальшому збільшенні частоти обертання сила струму збільшуватись не буде. Сила струму I_{dm} помножена на номінальну напругу визначає номінальну потужність генератора;

$n_{рн}$, $I_{дн}$ – відповідно частота обертання $n_{рн}$ і сила струму $I_{дн}$ у номінальному (розрахунковому) режимі. Точка розрахункового режиму

визначається в місці торкання дотичної, проведеної з початку координат, до кривої струмошвидкісної характеристики. Приблизно розрахункове значення сили струму можна прийняти $0,67 \cdot I_{dm}$. Розрахунковому режиму відповідає максимальний механічний момент генератора. В області цього режиму спостерігається найбільший нагрів вузлів, оскільки з збільшенням частоти обертання зростає струм генератора і, отже, нагрівання його вузлів, але одночасно зростає і інтенсивність охолодження генератора вентилятором, який розташований на його валу. При великих частотах обертання інтенсивність охолодження переважає інтенсивність нагрівання, а тому температура вузлів генератора зменшується;

n_{MAX} – максимальна частота обертання. При цій частоті обертання генерується струм I_{max} . Зазвичай максимальна сила струму мало відрізняється від номінальної I_{dm} (не більше, ніж на 10%).

Для генераторних установок легкових автомобілів з достатньою точністю можна повинстю відтворити струмошвидкісну характеристику за відомим номінальним значенням сили струму I_R , використовуючи спеціальні графічні залежності (рис. 1.39), де сила струму генератора на різних частотах обертання вказана у відносних частках номінального значення.

Окрім струмошвидкісної характеристики важливим параметром генераторної установки є ще й частота самозбудження. Під час роботи в комплекті з АБ генераторна установка повинна самозбуджуватися на частоті обертання двигуна, яка менша від частоти обертання холостого ходу.

Іншою важливою характеристикою є коефіцієнт корисної дії (ККД) генератора. Його визначають на режимах, що відповідають характерним точкам струмошвидкісної характеристики (рис. 1.38). Значення ККД на рис. 1.39 орієнтовні, оскільки ККД суттєво залежить від конструкції генератора – товщини пластин, з яких набраний статор, діаметра контактних кілець, підшипників, опору обмоток тощо, однак, головне, від потужності генератора. У загальному випадку, чим генератор потужніший, тим вищим є його ККД.

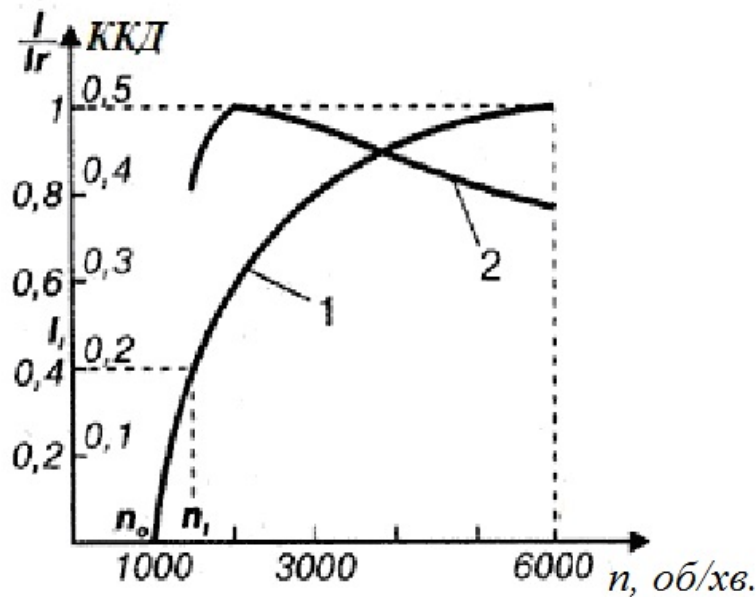


Рис. 1.39. Вихідні характеристики автомобільних генераторів:

- 1 – струмошвидкісної характеристика;
2 – ККД по точках струмошвидкісної характеристики

Генераторну установку характеризує й діапазон зміни її вихідної напруги, при зміні (в певних межах) частоти обертання, сили струму навантаження і температури. Зазвичай в проспектах фірм вказують напругу між силовим виводом "+" і "масою" генераторної установки в контрольній точці або напругу налаштування регулятора в холодному стані генераторної установки, при частоті обертання 6000 хв.^{-1} , струмі навантаження 5 А за умови роботи в комплекті з АБ за наявності термокомпенсації. Термокомпенсацію характеризують коефіцієнтом, який кількісно дорівнює зміні напруги при зміні температури навколишнього середовища на $\sim 1^\circ \text{C}$. Як згадувалось вище, із зростанням температури напруга генераторної установки зменшується. Для легкових автомобілів деякі фірми пропонують генераторні установки з такими характеристиками:

Напруга налаштування регулятора, В $14,1 \pm 0,1 \dots 14,5 \pm 0,1$
Термокомпенсація, мВ/°C $-7 \pm 1,5 \dots -10 \pm 2$

Окрім генераторів традиційної конструкції (рис. 1.31) все частіше в автомобільній техніці застосовують компактні генератори з двома вентиляторами у внутрішній порожнині (рис. 1.40).

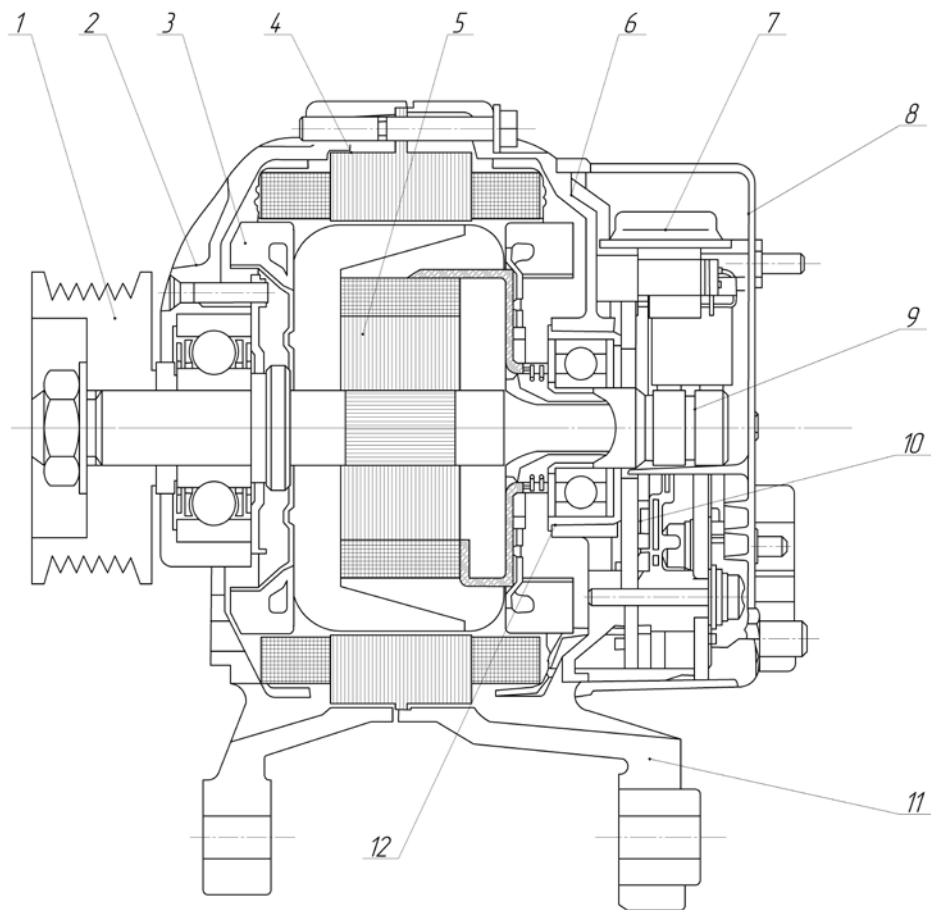


Рис. 1.40. Будова генераторів GC, KC і NC фірми BOSCH:

1 – шків; 2, 6 – передня та задня кришки; 3 – вентилятор; 4 – статор; 5 – стяжний гвинт; 7 – вузол “щіткотримач – регулятор напруги”; 8 – захисний кожух; 9 – контактні кільця; 10 – блок випрямлячів; 11 – лапа кріплення; 12 – пластмасовий стакан

Переважно компактні генератори оснащуються приводом від поліклинового паса з підвищеним передаточним відношенням. Тому їх ще називають високошвидкісними генераторами. Зокрема, в компактних генераторах серій GC, KC і NC фірми BOSCH збільшено максимальну частоту обертання з 15000 об./хв. до 18000 об./хв. З цієї ж причини в паспортних даних генератора (додаток А) силу струму холостого ходу вказують при частоті обертання 1800 об./хв. замість звичних 1500 об./хв.

Іншою особливістю компактних генераторів є наявність вентиляційних отворів не лише на торцьовій частині, але й на циліндричній частині над лобовими сторонами обмотки статора, а також великої кількості ребер.

Використання двох вентиляторів меншого діаметра уможливило зменшення рівня шуму, збільшення коефіцієнта корисної дії і зменшення

габаритних розмірів генераторної установки, що надзвичайно важливо для сучасної техніки з великою щільністю заповнення підкапотних просторів.

Однак надійність описаних контактних генераторів суттєво обмежується надійністю щітково-контактного вузла. Тому на тракторах і сільськогосподарських машинах, які експлуатуються у важких умовах, все частіше встановлюються безконтактні генератори змінного струму з електромагнітним збудженням – індукторні генератори та генератори зі скороченими полюсами.

Індукторний генератор (рис. 1.41, *а*) працює наступним чином. Обмотка збудження 1, якою протікає постійний струм, створює в магнітній системі потік, який під час обертання ротора залишається постійним за значенням і напрямом. Цей потік замикається, проходячи через повітряний зазор між втулкою 2 та валом 3, ротор 5, зубці якого виконані у вигляді зірочки, повітряний зазор між ротором і статором, магнітопровід статора 6 і кришку 4.

Зміна магнітного потоку в статорі під час обертання ротора від максимального значення $\Phi_{\max}$, коли осі зубців ротора й статора збігаються, до $\Phi_{\min}$ відбувається за рахунок зміни повітряного зазору між зубцями статора і ротора (рис. 1.41, *б*).

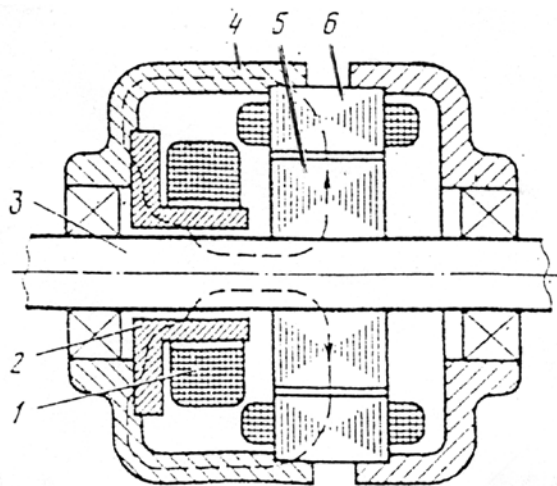
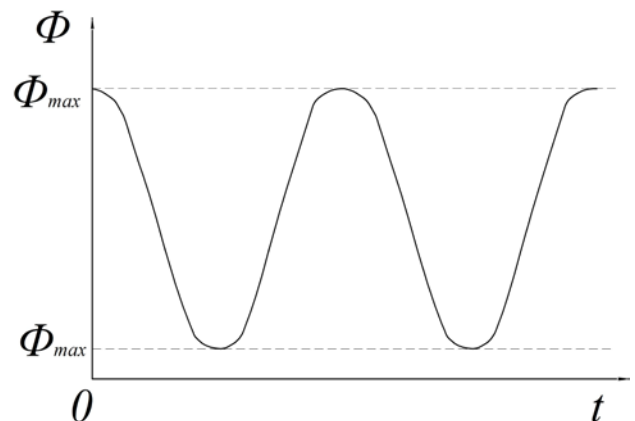
*а**б*

Рис.1.41. Індукторний генератор (*а*) і графік зміни магнітного потоку (*б*)

У генераторах зі скороченими полюсами безконтактність досягається за рахунок нерухомого кріплення обмотки збудження 4 з допомогою немагнітної обойми 1 (рис. 1.42). Полюси 2 кігтеподібної форми, що мають довжину, меншу за половину довжини активної частини ротора. Під час обертання ротора магнітний потік збудження перетинає обмотку статора 3, індукуючи в ній електрорушійну силу.

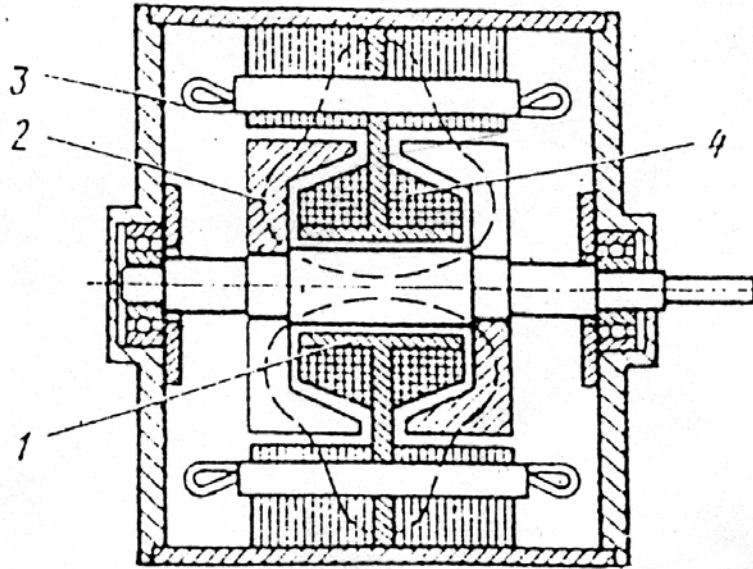


Рис. 1.42. Генератор зі скороченими полюсами:

1 – немагнітна обойма; 2 – полюси; 3 – обмотка статора

До недоліків безконтактних генераторів можна віднести невисокі питомі показники, підвищений рівень пульсації напруги, підвищений магнітний шум.

Як уже зазначалось, охолодження генератора здійснюється одним або двома вентиляторами, закріпленими на його валу. У генераторів традиційної конструкції (рис. 1.43, а) повітря засмоктується відцентровим вентилятором в кришку з боку контактних кілець. У генераторів, які мають захищені кожухом щітковий вузол, регулятор напруги і випрямляч, що знаходяться поза межами внутрішньої порожнини, повітря засмоктується через прорізи кожуха, які спрямовують повітря в найбільш нагріті місця – до випрямляча і до регулятора напруги.

На автомобілях з щільною компоновкою підкапотного простору, де температура повітря надто велика, застосовують генератори зі спеціальним кожухом (рис. 1.43, б), що закріплений на задній кришці, з патрубком і шлангом, через який в генератор надходить холодне і чисте повітря. Такі конструкції застосовуються, наприклад, на автомобілях BMW.

У генераторів «компактної» конструкції (рис. 1.43, в) охолоджуюче повітря надходить з боку як задньої, так і передньої кришок. Стрілками показано напрям повітряних потоків.

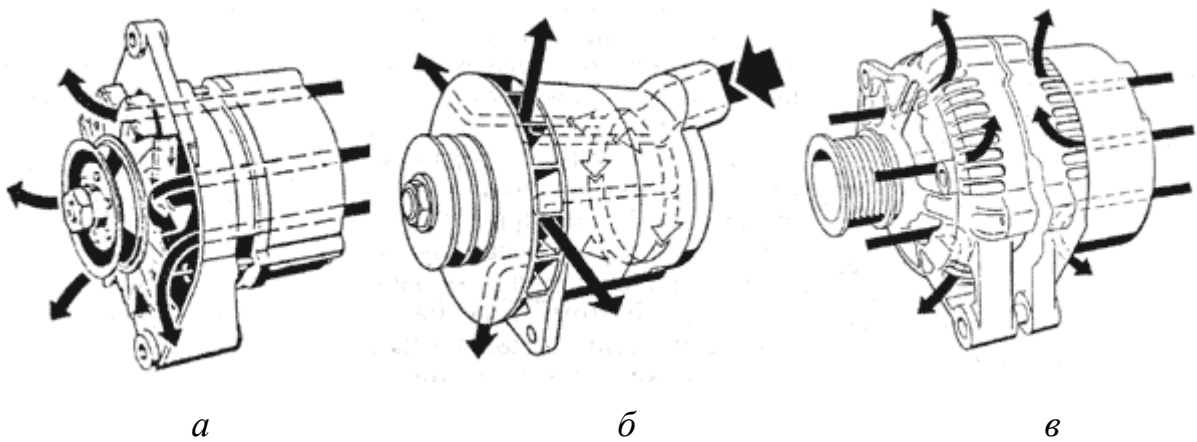


Рис. 1.43. Системи охолодження генераторів:

а – генератори звичайної конструкції; б – генератори для підвищеної температури в підкапотному просторі; в – генератори компактної конструкції

Генератори великої потужності, що встановлюються на спецавтомобілі, вантажівки і автобуси, мають певні відмінності. Зокрема, в них зустрічаються дві полюсні системи ротора, насаджені на один вал і, отже, дві обмотки збудження, 72 паза на статорі тощо. Однак принципових відмінностей в конструктивному виконанні цих генераторів, від розглянутих раніше, немає.

1.7. Технічне обслуговування генератора

Під час технічного обслуговування генератора необхідно перевіряти надійність його кріплення, натяг привідного паса та регулювати його, а також надійність під'єднання проводів до генератора, регулятора напруги та акумуляторної батареї, за потреби підтягувати відповідні різьбові з'єднання.

Періодично генератор знімають з машини, прочищають його від бруду, продувають стиснутим повітрям. Особливу увагу в контактних генераторах слід звертати на стан щіток, щіткотримача й контактних кілець, а також на заїдання щіток у щіткотримачах. Зношені щітки та пружини, що втратили свою пружність, необхідно замінити. Мінімально допустиме виступання щіток зі щіткотримача вказане в технічних умовах. Зокрема для генераторів фірм *BOSCH* та *Lucas* мінімальна висота щіток – 5 мм, для генераторів фірми *Motorola* – 4 мм, для генераторів фірми *Hitachi* – 10,5 мм. На генераторах фірми *Mitsubishi* щітки замінюють, коли нанесена на їх поверхні позначка допустимого зносу виступає із щіткотримача менше, ніж на 2 мм.

Щіткотримач, щітки та незначно забруднені контактні кільця протирають ганчіркою, змоченою в бензині. Сильно забруднені контактні кільця, а також кільця з незначними підгоряннями та порушеннями шорсткості поверхні зачищають склопапером зернистістю 80 або 100, обертаючи ротор від руки. Використовувати з цією метою шліфувальний папір категорично заборонено. Зношені та підгорілі контактні кільця, а також контактні кільця з підвищеним биттям проточують на токарному верстаті.

Трудомісткість технічного обслуговування безконтактних генераторів значно менша, оскільки вони не потребують заміни щіток, зачистки й проточування контактних кілець, періодичного очищення каналів щіткотримача.

Під час технічного обслуговування ретельно перевіряють стан підшипників і в разі потреби замінюють їх. У разі заміни деталей генератори випробовують на стендах КИ-968М або Э-211 (див. п. 1.8).

З метою запобігання пошкодженню електронних елементів під час технічного обслуговування генераторів необхідно дотримуватись таких правил:

- ✓ не допускати роботу генератора з відключеною АБ. Навіть короткочасне відключення АБ може вивести з ладу регулятор напруги;
- ✓ не допускати під'єднання до мережі електропостачання джерел електроенергії оберненої полярності;
- ✓ не допускати перевірку схеми генераторної установки з під'єднанням джерел підвищеної напруги;

- ✓ під час виконання на машині електрозварювальних робіт клема “маса” зварювального агрегату повинна бути з’єднана з деталлю, що зварюється, а проводи, що йдуть до генератора та регулятора напруги, повинні бути від’єднані.

1.8. Несправності генераторів та їх виявлення

У результаті навантажень під час роботи, а також забрудненості генератор втрачає працездатність.

Можливі несправності генераторів подані в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Можливі несправності генераторів, їх причини та способи усунення

Зовнішній прояв несправності	Причини виникнення	Способи усунення
1	2	3
Коливання струму навантаження	Порушення контакту в колі збудження, знос або зависання щіток, проковзування пасів	Прочистити щіткотримач, перевірити пружини та висоту щіток. Відрегулювати натяг паса та кріплення генератора
Амперметр показує розрядний струм при номінальній частоті обертання колінвала	Послаблення натягу привідного паса, забруднення контактних кілець	Відрегулювати натяг привідного паса, протерти кільця
	Знос або зависання щіток у щіткотримачі	Перевірити висоту щіток, замінити за необхідності щіткотримач або щітки
	Пробивання блоку випрямлячів	Замінити блок випрямлячів
	Коротке замикання обмоток статора	Замінити статор у зборі
	Порушення контакту, обрив або коротке замикання в колі збудження	Перевірити коло збудження та усунути несправність
	Коротке замикання або ж обрив обмотки ротора	Замінити ротор у зборі
	Несправний регулятор напруги	Замінити регулятор напруги

1	2	3
Акумуляторна батарея розряджається в процесі експлуатації, але зовнішніх ознак ненормальної роботи генератора немає	Бруд, замаслювання, окиснення контактних кілець ротора	Очистити контактні кільця ганчіркою змоченою в бензині, дрібним склопапером
	Бруд, замаслювання щіток реле-регулятора або слабкий контакт у зв'язку з їх надмірним зносом	Очистити щітки від бруду ганчіркою, змоченою в бензині. Замінити реле-регулятор в зборі (для реле-регуляторів старого зразка досить замінити тільки щітки)
	Перевитрата енергії потужними додатковими споживачами	Замінити генератор іншим, більш потужним
	Міжвиткове замикання або обрив однієї з фаз обмотки статора	Замінити обмотку статора
Перевищення зарядного струму	Коротке замикання в щітковому вузлі генератора або на ділянці кола між генератором і регулятором	Усунути коротке замикання
	Несправний регулятор	Замінити регулятор
Постійний швидкий знос щіток і контактних кілець	Попадання масла або бруду на контактні кільця	Очистити контактні кільця ганчіркою змоченою в бензині, дрібним склопапером
	Збільшене биття контактних кілець	Замінити (відремонтувати) ротор
При включенні запалювання і після пуску двигуна світлодіод (лампа вольтметра) не горить, акумулятор розряджається	Відсутність "маси" між корпусом і реле-регулятором	Очистити від оксидів і бруду місце з'єднання реле-регулятора з генератором
	Несправний реле-регулятор	Замінити реле-регулятор
	Обрив обмотки ротора	Замінити (відремонтувати) ротор
Надмірне нагрівання підшипників	Занадто великий натяг пасів	Відрегулювати натяг пасів

1	2	3
Підвищений шум під час роботи генератора	Послаблення кріплення шківів	Підтягнути гайку шківів
	Знос підшипників або посадочних місць під підшипники	Замінити підшипники, кришку генератора
	Зігнутий вентилятор генератора	Правити вентилятор
	Нехарактерний звук («виття») під час роботи свідчить про міжвиткове замикання або замикання на "масу" обмотки статора	Замінити (відремонтувати) статор
	Коротке замикання в одному з діодів (вентилів) генератора	Замінити випрямний блок
	Нехарактерний звук (скрип) у щітковому вузлі	Протерти щітки і контактні кільця бавовняною серветкою, змоченою в бензині
Світлодіод вольтметра горить при роботі двигуна, акумуляторна батарея розряджена	Проковзування паса приводу генератора	Відрегулювати натяг паса
	Немає контакту між виводами "В" і "Ш" регулятора напруги і виводами щіток	Зачистити виводи "В" і "Ш" регулятора напруги і щіток, підігнути виводи регулятора
	Обрив у ланцюзі між комбінацією приладів і одним із штекерів генератора	Перевірити "КБ" провід та його з'єднання від генератора до комбінації приладів
	Знос або зависання щіток, окиснення контактних кілець	Замінити щікотримач із щітками, протерти кільця серветкою, змоченою в бензині
	Пошкоджений регулятор напруги	Замінити регулятор напруги
	Пошкоджено вентилі (діоди) випрямного блоку	Замінити блок випрямлячів
	Пошкоджено діоди живлення обмотки збудження	Замінити діоди або блок випрямлячів

1	2	3
Світлодіод вольтметра горить при роботі двигуна, акумуляторна батарея розряджена	Відпаяні виводи обмотки збудження від контактних кілець	Припаяйте виводи або замініти (відремонтуйте) ротор генератора
	Обрив або коротке замикання в обмотці статора, замикання обмотки на "масу"	Замінити (відремонтувати) статор генератора
Світлодіод вольтметра блимає при роботі двигуна, АБ перезаряджається	Пошкоджений регулятор напруги (коротке замикання між виводом "Ш" і "масою")	Замінити регулятор напруги

Алгоритм перевірки генератора в разі нехарактерного звуку («виття»), що супроводжує його роботу, подано на рис. 1.44.

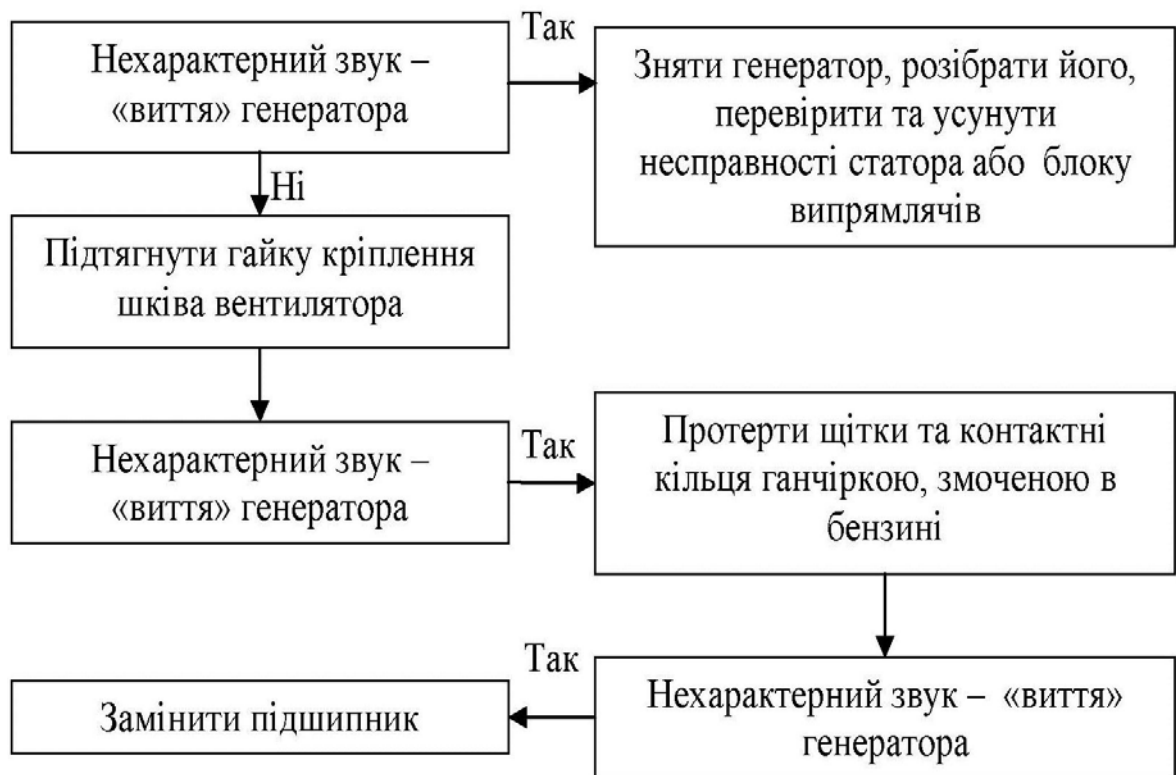


Рис. 1.44. Схема послідовності перевірки справності підшипників генератора

Сигнал контрольної лампи рівня зарядженості АБ не завжди говорить про несправність генератора. Тому, не варто одразу ж демонтувати та розбирати генератор або реле-регулятор.

Виявити причину та усунути її можна за допомогою алгоритмом попереднього діагностування (рис. 1.45). Для діагностування необхідний мультиметр (вольтметр) з шкалою не менше 15 В.

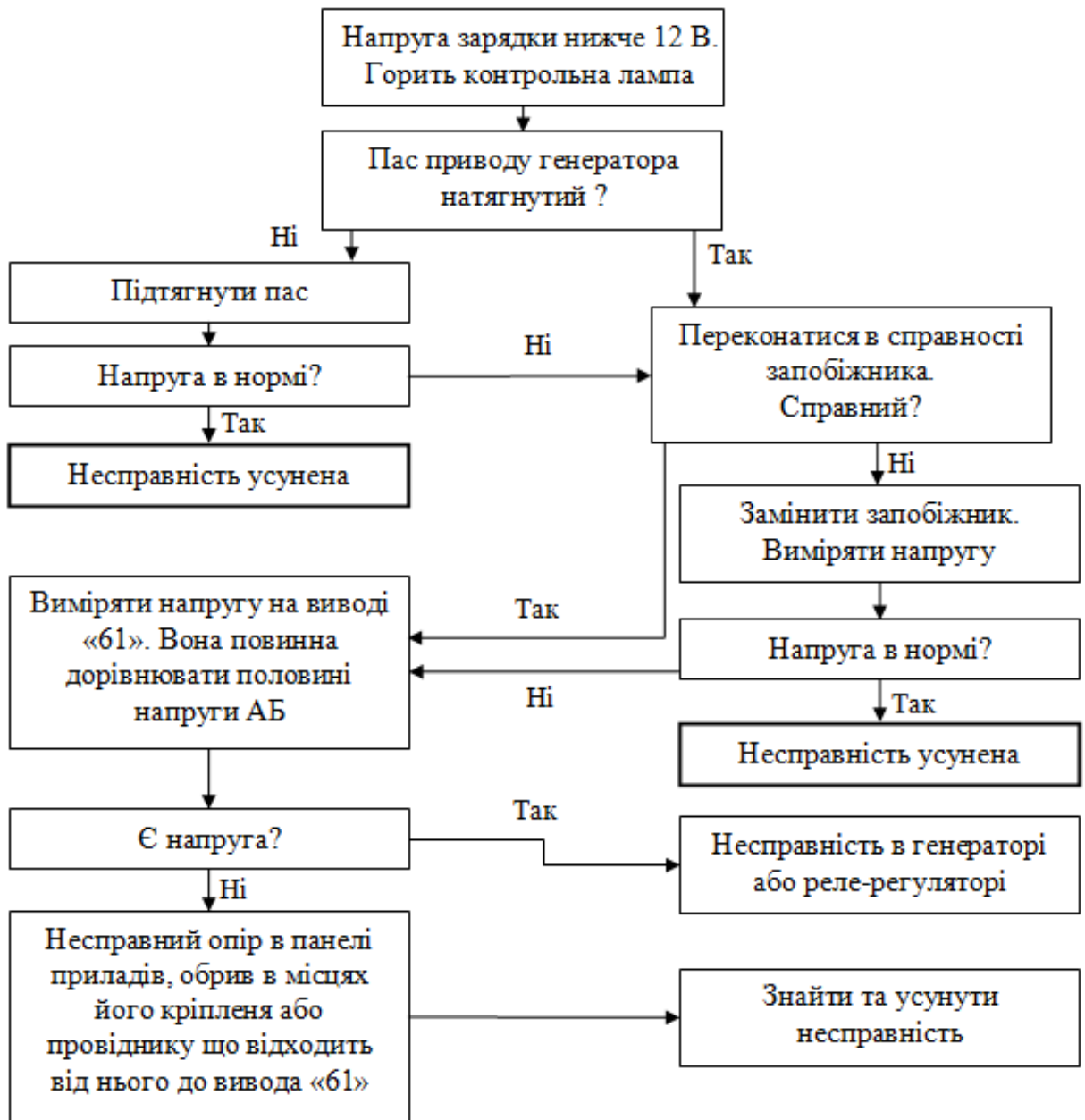


Рис. 1.45. Схема алгоритму пошуку несправності в генераторній установці типу 37.3701 (автомобілі ВАЗ)

Якщо попередня діагностика показала, що обмотка збудження справна, а несправний генератор, то після його зняття бажано перевірити всі ланцюги, включаючи реле-регулятор, за схемою, що подана на рис. 1.46.

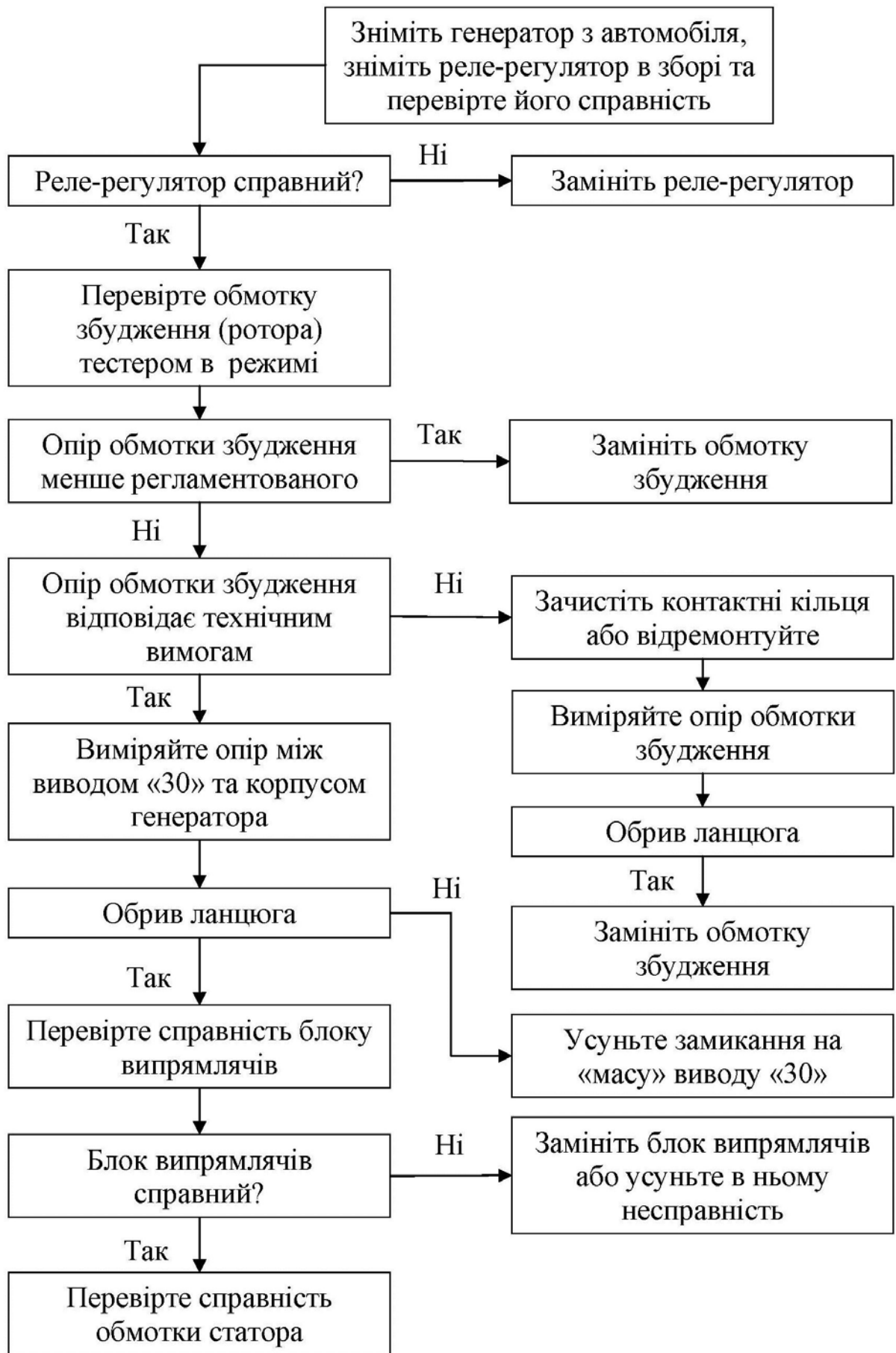


Рис. 1.46. Схема алгоритму пошуку несправності в генераторній установці

Пошкодження *конденсатора* або ослаблення його кріплення на генераторі (погіршення контакту з масою) виявляється за збільшенням радіоперешкод під час роботи двигуна.

Справність конденсатора можна перевірити за допомогою мегомметра або тестером (на шкалі 1 ... 10 МОм). Якщо в конденсаторі немає обриву, то в момент приєднання щупів приладу до виводів конденсатора стрілка повинна відхилитися в бік зменшення опору, а потім поступово повернутися назад.

Ємність конденсатора, заміряна спеціальним приладом, повинна бути 2,2 мкФ +20%.

1.9. Ремонт генераторів

Генератори, що потребують ремонту, очищають та розбирають.

Послідовність розбирання генераторів наступна:

- знімають щіткотримач зі щітками Для зняття щіток використовують спеціальний гачок;
- знімають кришку підшипника з боку колектора та відкрутити ;
- відкручують стяжні гвинти та знімають задню кришку (з боку контактних кілець) зі статором;
- від'єднують фазні кінці обмотки статора від блока випрямлячів і знімають статор;
- відкручують гайку кріплення та знімають пружинну шайбу та шків (рис. 1.47, а);
- знімають вентилятор, шпонку та упорну втулку;
- знімають з вала ротора передню кришку (кришку з боку приводу) в зборі з підшипником (рис. 1.47, б);
- випресовують підшипник із гнізда кришки з боку приводу (рис. 1.47, в);
- спресовують підшипник з вала ротора (рис. 1.47, г).

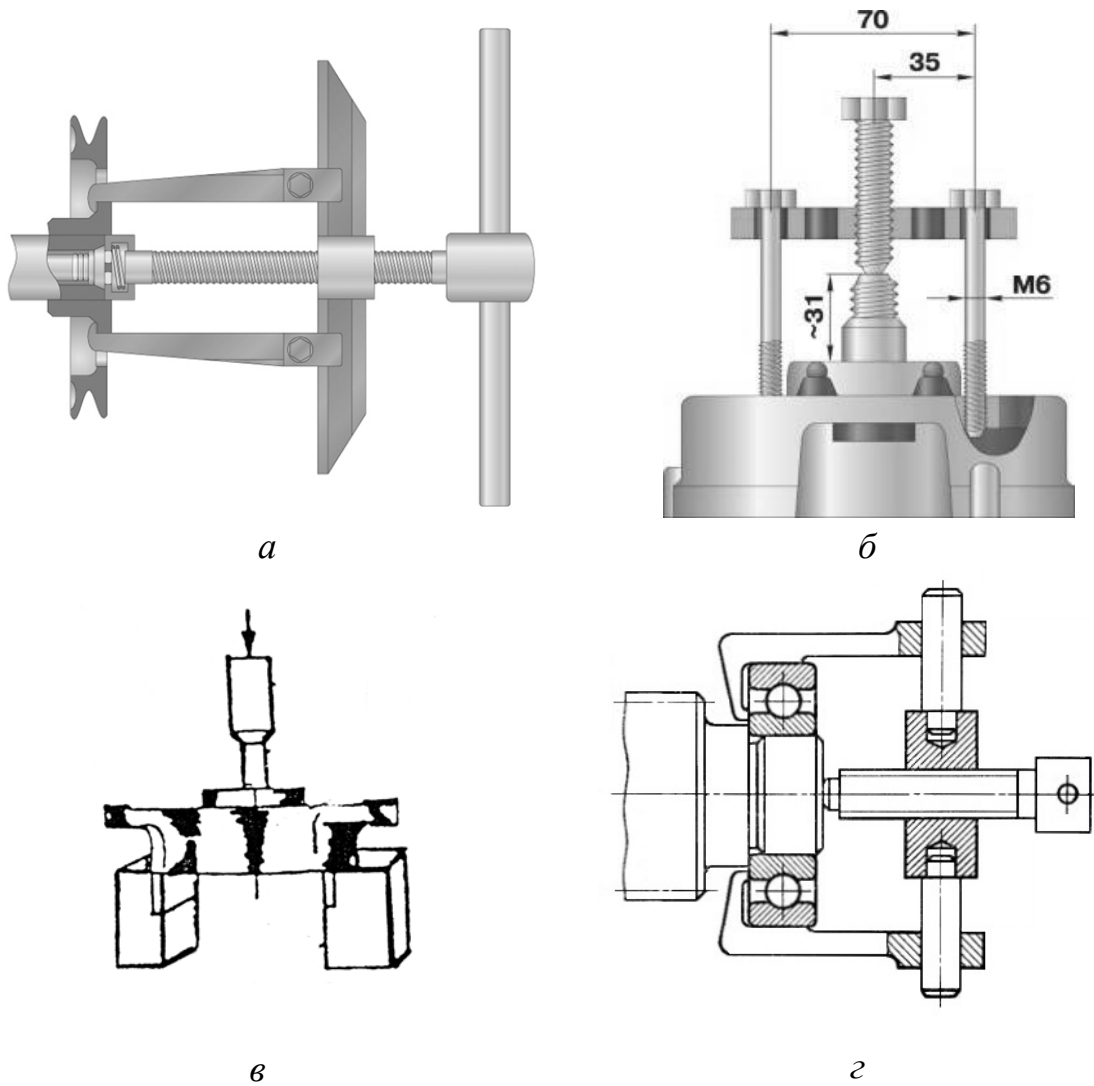


Рис. 1.47. Розбирання генератора:

*а – демонтаж шківів; б – зняття передньої кришки;
 в – випресовування підшипника з передньої кришки;
 г – спресування підшипника з вала ротора*

Для розбирання генераторів використовують також спеціалізовані стенди. Наприклад, стенд моделі 6606-20 (рис. 1.48) складається із верстака 1, на якому змонтовано пристосування 2 для зняття шпонки з вала якоря генератора, знімач 3 для спресування шківів якоря генератора, пристосування 5 для розбирання кришок генераторів, механічної викрутки 6 з гнучким валом і пристосування 4 для зняття кришки з боку приводу.

Гідропривід стенда забезпечується насосом 7, що приводиться в дію електродвигуном потужністю 1 кВт, а керування гідроприводом – розподільником 8.

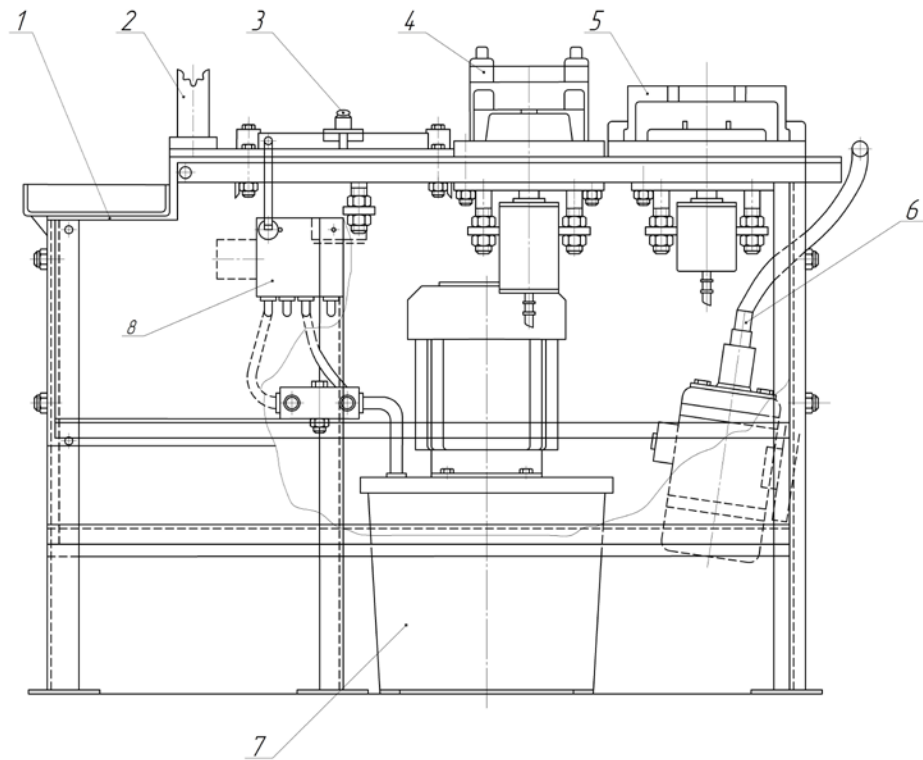


Рис. 1.48. Стенд для розбирання генераторів, модель 6606-20:

*1 – верстак; 2 – пристосування для зняття шпонки; 3 – знімач шківів;
4 – пристосування для зняття кришки; 5 – пристосування для розбирання кришок;
6 – викрутка механічна*

Деталі та вузли генератора після розбирання поділяють на дві групи:

1) деталі, що не мають обмоток; 2) деталі з обмотками.

Деталі першої групи миють з використанням розчину “Лабомід-203” або МС-6. Деталі з обмотками протирають ганчіркою, змоченою в бензині, обдувають стиснутим повітрям і сушать у термошафі при температурі 90...100 °С впродовж 45...90 хв.

Сильно забруднені контактні кільця з незначними підгоряннями і дрібними шорсткостями, як вже зазначалось, зачищають, попередньо знявши щіткотримач, склопапером зернистістю 80 або 100, обертаючи ротор рукою.

Очищені деталі та вузли генератора дефектують.

Погнуті лопатки вентилятора правлять і рихтують, а деталі, що мають механічні пошкодження, замінюють новими.

Знос канавок шківів перевіряють встановленням у них роликів заданого діаметра та контролем розмірів за виступами роликів.

На статорі та роторі генератора не повинно бути слідів перегріву, пошкодження ізоляції, обриву виводів, замикання обмотки. Опір ізоляції перевіряють за допомогою приладів Ц4354 або Э-236. Для генератора 2022.3771 він повинен становити не менше 10 кОм.

Опір між фазними обмотками статора цього генератора при температурі 20°C повинен бути не меншим $0,34 \dots 0,36\ \text{Ом}$ (рис. 1.49, а), а опір котушки збудження ротора – не меншим $3,2\ \text{Ом} \pm 5\%$ (рис. 1.50, а). Опори між виводами обмотки статора і “масою” (рис. 1.49, б) та між одним із контактних кілець та “масою” ротора (рис. 1.50, б) повинні дорівнювати нулю. Якщо опір не відповідає регламентованим значенням, то обмотки слід замінити.

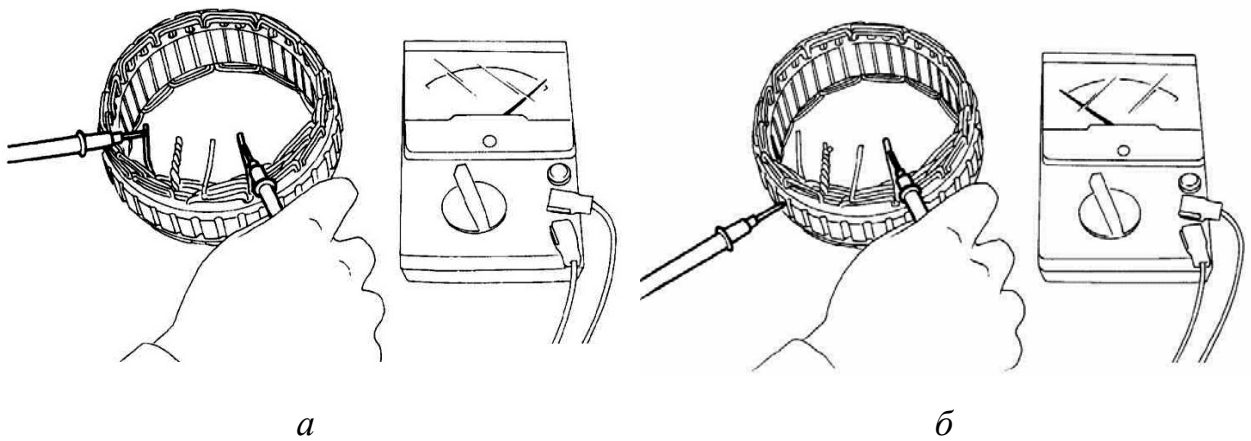


Рис. 1.49. Перевірка обмоток статора генератора:

а – опору між фазними обмотками статора;

б – опору між фазними обмотками та масою статора

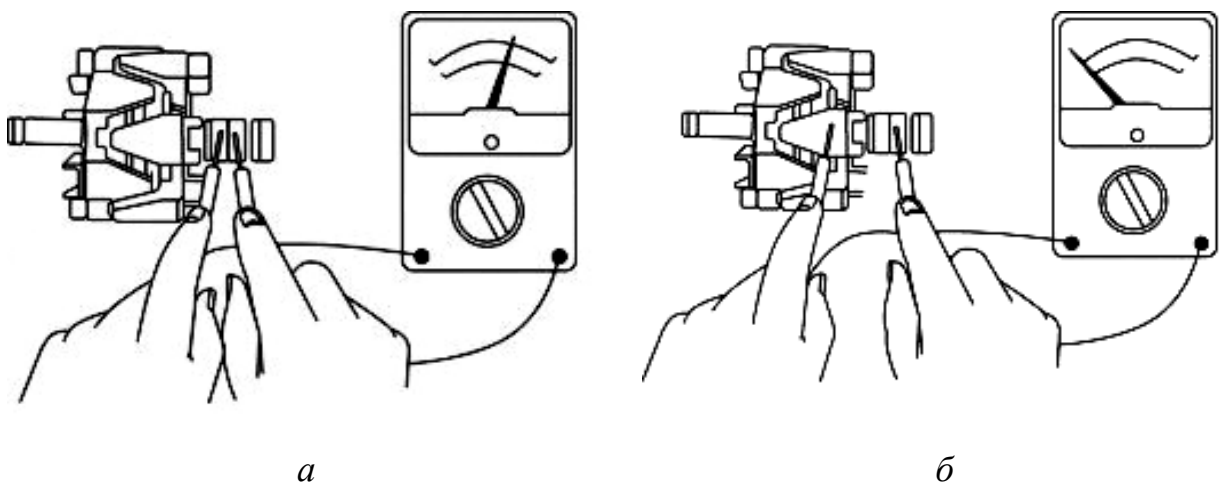


Рис. 1.50. Перевірка обмоток ротора генератора:

а – опору котушки збудження ротора;

б – опору між контактним кільцем і масою ротора

Міжвиткове замикання обмоток статора можна також перевірити індукційним способом за допомогою дефектоскопа ПДО-1, не виймаючи обмоток із пазів статора (рис. 1.51).

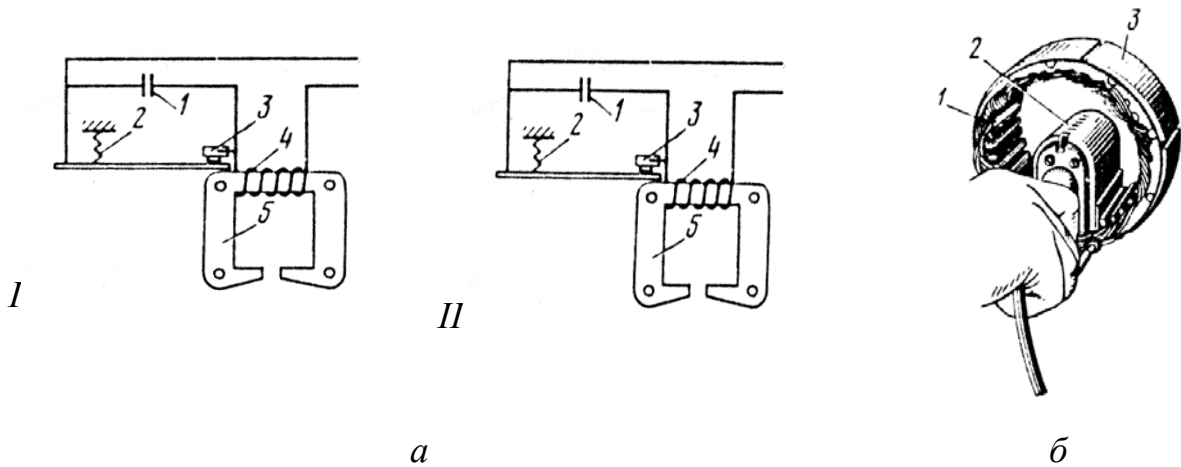


Рис. 1.51. Перевірка міжвиткового замикання обмотки статора за допомогою приладу ПДО-1:

а – схема дефектоскопа:

I – індукційний апарат; II – приймальний апарат;

1 – конденсатор; 2 – пружина; 3 – перервник; 4 – індукційна котушка; 5 – неонові лампа;

б – дефектоскоп;

б – встановлення дефектоскопа на статорі:

1 – обмотки статора; 2 – дефектоскоп; 3 – корпус

Під час ремонту вал ротора перевіряють на биття (рис. 1.52), яке відносно поверхні обмотки не повинно перевищувати 0,1 мм.

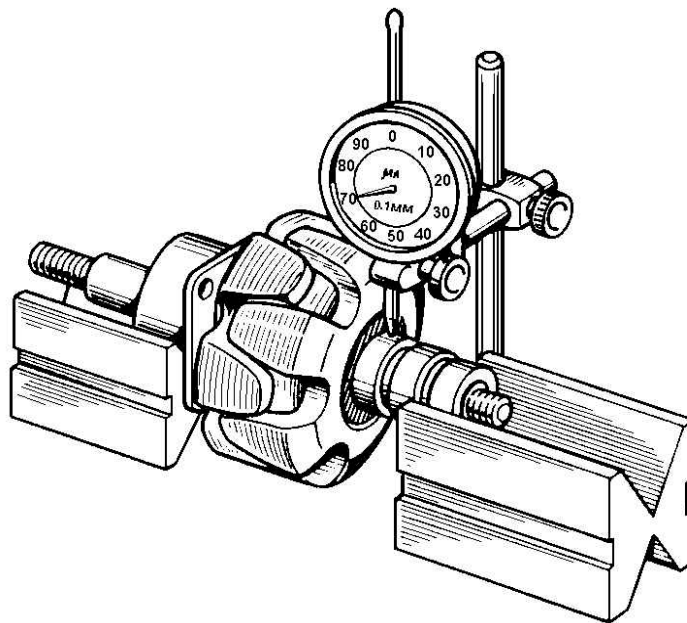


Рис. 1.52. Перевірка ротора генератора на биття

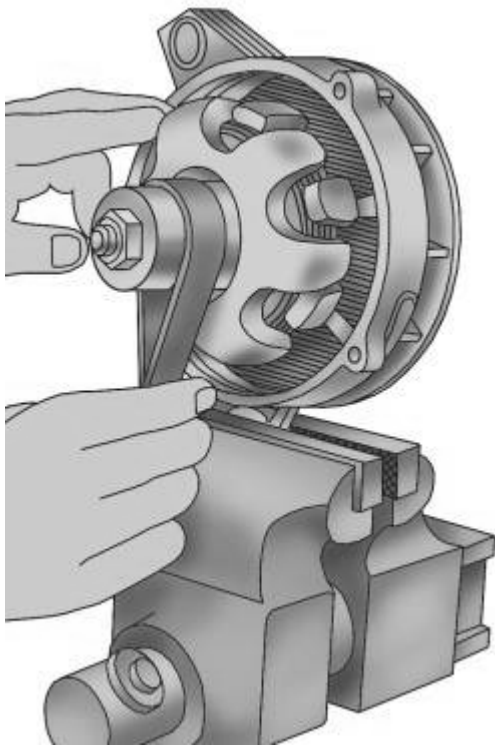


Рис. 1.53. Зачистка контактних кілець

Якщо контактні кільця ротора забруднені, мають сліди подгоряння і нерівномірного зносу по ширині, їх необхідно зачистити дрібною скляною шкуркою зернистістю 80 або 100. Для зачистки контактних кілець генератор кріплять за передню кришку в лещатах і, плавно повертаючи ротор, зачищують кільця шкуркою (рис. 1.53).

Якщо кільця мають сильний знос і биття поверхні, їх необхідно проточити на токарному верстаті та прошліфувати (для генератора Г-250П2 мінімально допустимий діаметр проточки контактних кілець становить 29,2 мм).

Після проточування поглиблюють ізоляцію між пластинами колектора на 0,6...0,8 мм за допомогою фрези $\varnothing 10$ мм. Товщину фрези підбирають так, щоб під час поглиблення ізоляції не торкатись мідних пластин колектора.

Шорсткість поверхні кілець повинна бути за 7 класом.

Зношені понад допустимий розмір контактні кільця замінюють новими.

Основні дефекти **ротора** генератора подані на рис. 1.54.

Задири та знос заліза усувають слюсарною обробкою до виведення слідів зносу. У разі зменшення діаметра ротора D понад допустимі межі ротор вибраковують.

Знос шийки під підшипник з боку контактних кілець, а також знос шийки з боку приводу відновлюють хромуванням (у разі зносу до 0,1 мм) або накаткою роликом (у разі зносу 0,1...0,25 мм).

Перед хромуванням шийки вала шліфують до повного виведення слідів зносу, знежирюють та декапіюють і встановлюють у ванну для хромування. Використовують електроліт на основі хромового ангідриду (250 г/л) і

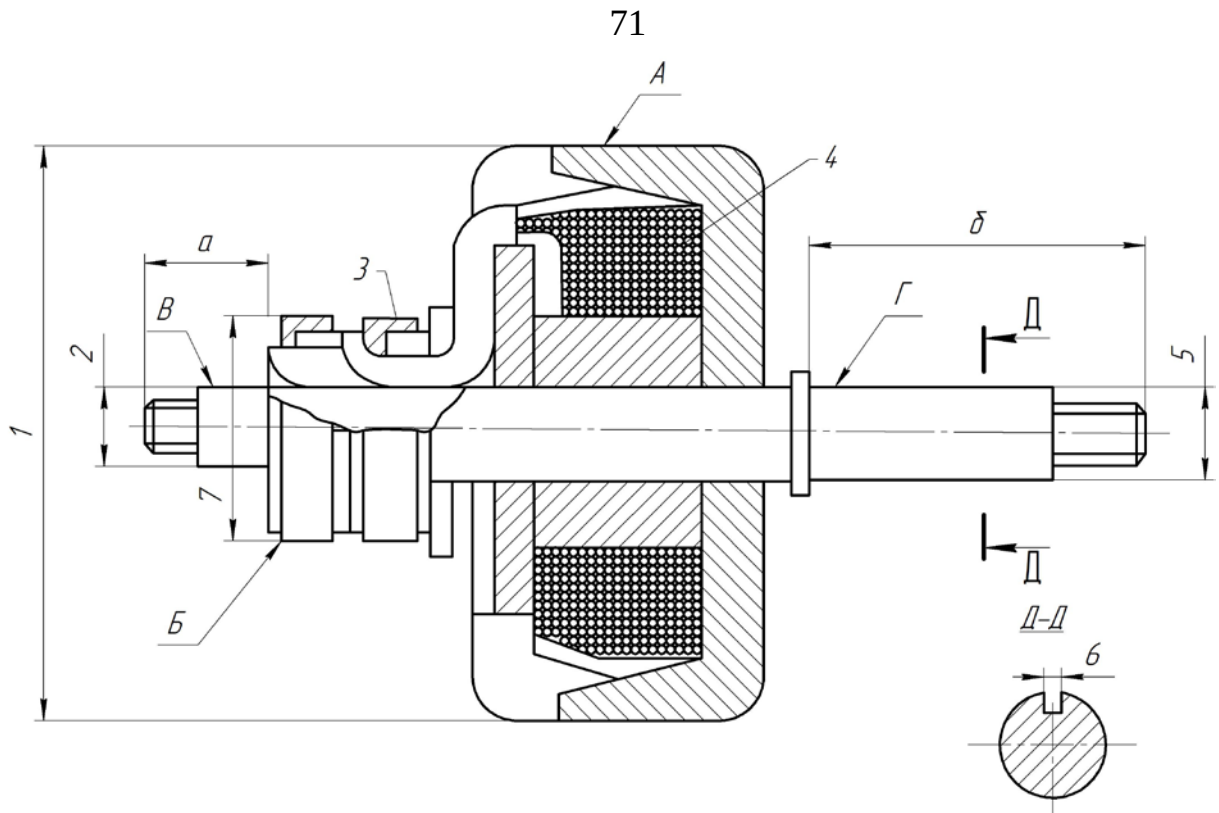


Рис. 1.54. Основні дефекти ротора генератора:

1 – задири та знос заліза ротора; 2 – знос шийки під підшипник з боку контактних кілець;
 3 – обрив проводу контактних кілець; 4 – пробивання на “масу” та міжвиткове
 замикання; 5 – знос шийки з боку приводу; 6 – знос паза під шпонку; 7 – знос контактних
 кілець

сірчаної кислоти (2,5 г/л). Хромування проводять при щільності струму 20 А/дм² при температурі 50...55 °С. Після хромування діаметр шийки ротора генератора повинен перевищувати номінальний на 0,1...0,15 мм.

Відновлені деталі промивають дистильованою водою, а потім холодною та гарячою проточною водою та сушать.

Накатку зношених шийок вала ротора проводять роликком діаметром не менше 60 мм і шириною 6...8 мм. Щвидкість обробки – 1,5...2,5 м/хв. Крок виступів після накатки повинен становити 1,5...1,75 мм. Накатку проводять до збільшення діаметра вала на 0,3...0,35 мм понад номінальний розмір.

Незалежно від технології відновлення завершальною операцією є шліфування шийок вала до номінального розміру.

Обрив з'єднувальних проводів біля контактних кілець усувають припаюванням. Міжвиткове замикання, замикання “на масу”, а також обрив та обгоряння ізоляції усувають заміною котушки.

Знос шпонкового паза усувають нарізанням нового з діаметрально протилежного боку. Зношені контактні кільця замінюють новими. У разі биття поверхонь *A* і *B* відносно поверхонь *B* і *Г* дефект усувають правкою вала.

Котушку збудження намотують щільно виток до витка з дроту ПЭВ-2 діаметром 0,74 мм. Виводи початку та кінця котушки повинні бути зачищені й залуджені припоєм ПОССу-40.

Ізоляцію з кінців проводів обмотки генераторів усувають вручну або ж на стенді моделі 6606-149.

Стенд моделі 6606-149 (рис. 1.55) складається зі станини 19, пристрою для зачищення 1 та механізму повороту якоря 9. Станина 19 – це зварна конструкція, закрита з боку листами обшивки, а зверху – плитою 4. Всередині станини встановлена електроапаратура стенда, пневмообладнання та електродвигун 5 приводу зачисного пристрою. На столі 8 встановлено механізм повороту якоря, який складається із пневмоциліндра 11, на штоці якого є повзун 12. До столу 8 також шарнірно прикріплені важелі 13 для встановлен-ня якоря 2. Пружини 10 забезпечують постійний контакт якоря з повзуном, який, обертаючись, приводить в обертовий рух якір. Для кращого зчеплення з якорем нижня частина повзуна прогумована.

Керування рухом циліндра здійснюється важелем 3 золотника. Стіл 8 оснащено пневмоциліндром 6, який уможливорює швидке переналагодження стенда для обробки якорів різних типів.

Зачищення проводів здійснюється двома металевими щітками 14 і 15, що обертаються в протилежних напрямках. Одна зі щіток приводиться в рух електродвигуном 5 через клинопасову передачу 21. Інша щітка закріплена на валу електродвигуна 16, який може пересуватись по напрямним 18 за допомогою маховичка 17. Таке переміщення забезпечує компенсацію зносу щіток.

Стенд працює наступним чином. На важелі 13 встановлюють якір, за допомогою вимикача 7 вмикають електродвигуни приводу щіток, а важелем 3 – рух повзуна.

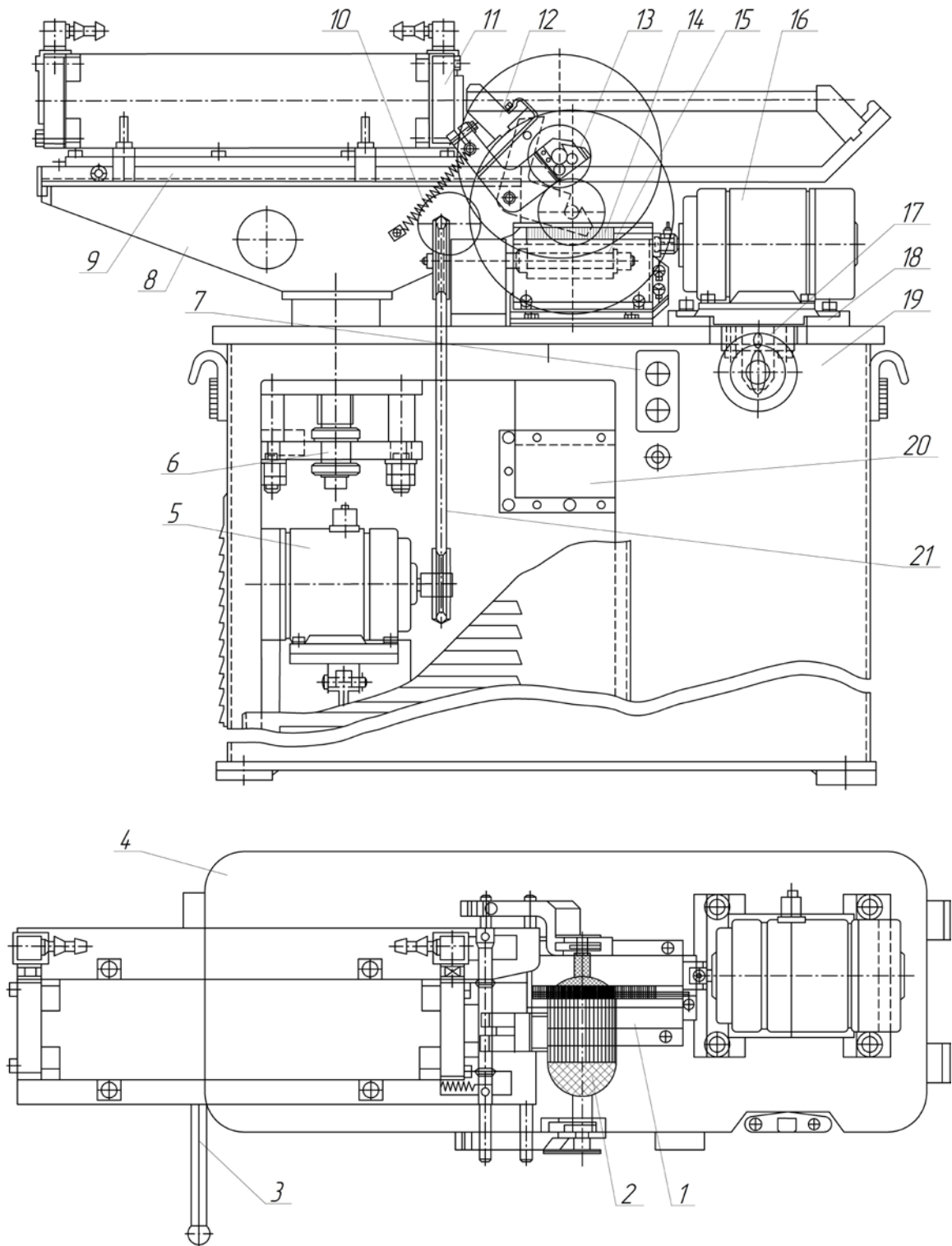


Рис. 1.55. Стенд для зачистки дротів генераторів, модель 6606-149

Після двох-трьох подвійних ходів повзуна вимикають електродвигуни приводу щіток і знімають якір. Частинки ізоляції, що утворюються під час зачистки, відсмоктуються через вловлювач 20, який розташований біля щіток і під'єднаний до витяжної вентиляції.

Далі виводи котушки вкладають у пази.

Для обрубування виступаючих проводів якорів генераторів використовують стенд моделі 6606-76А (рис. 1.56).

Стенд складається зі столу 3, на якому встановлено корпус шпинделя 4, який приводиться в рух від електродвигуна 1 через клинопасову передачу 2. На загальній плиті зі шпинделем встановлено супорт 6, в якому закріплено різець 10. Повздовжня та поперечна подачі супорта здійснюються важелями 5 і 7. На рамі встановлена також піноль 8. Затискання якоря генератора центром 8 здійснюється вручну за допомогою ексцентрика 9.

Для обрубування кінців проводів якір встановлюють у змінну оправку, яку вкручують в отвір шпинделя, а інший кінець вала якоря затискають обертовим центром. Далі включають привід обертання якоря та, подаючи супорт, обрізають кінці виступаючих проводів.

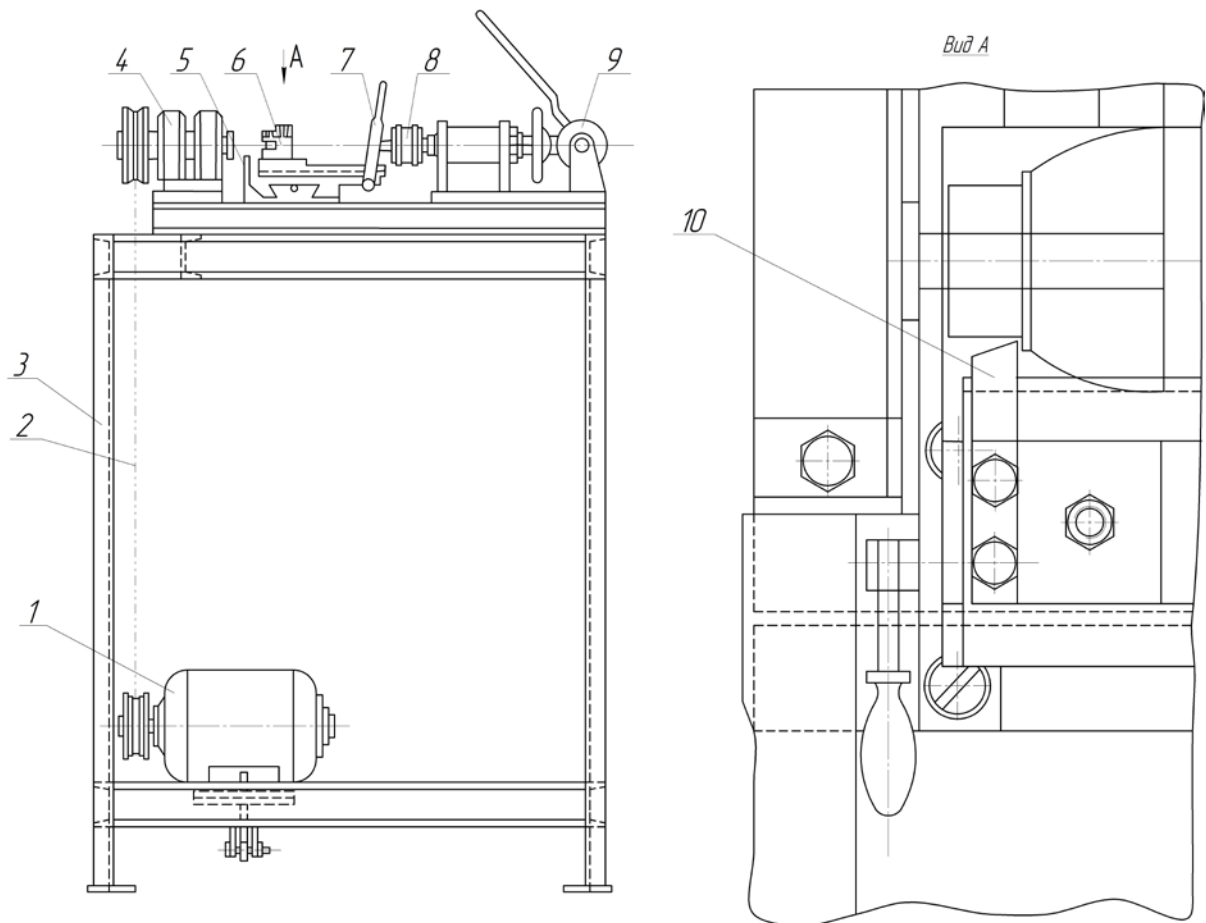


Рис. 1.56. Стенд для обрубування виступаючих кінців проводів якорів генераторів, модель 6606-76А

Виводи початку та кінця котушки повинні бути зачищені й залуджені припоєм ПОССу-40. Далі їх припаюють до контактних кілець. У разі оголення контактного кільця оголену частину вкладають в ізоляційну трубку ТЛБ-1,5.

Складений ротор просочують лаком МЛ-92 або ГФ-95.

Для якісного сушіння котушок генераторів після просочування використовують установку моделі 6506-27 (рис. 1.57), яка є теплоізованою шафою 1 з дверями 2, де встановлюють сім полиць з об'єктами ремонту.

Під час завантаження-розвантаження установки полиці пересуваються по напрямним 5. У нижній частині шафи розташовано електронагрівачі 6 для нагрівання повітря. Нагріте повітря, циркулюючи в шафі, забезпечує швидке сушіння лаку. Рівномірність нагрівання об'єктів ремонту за висотою шафи забезпечується шиберами, для контролю температури є термометр 3. Необхідна для сушіння температура підтримується автоматично. У верхній частині шафи встановлено витяжні зонти 4.

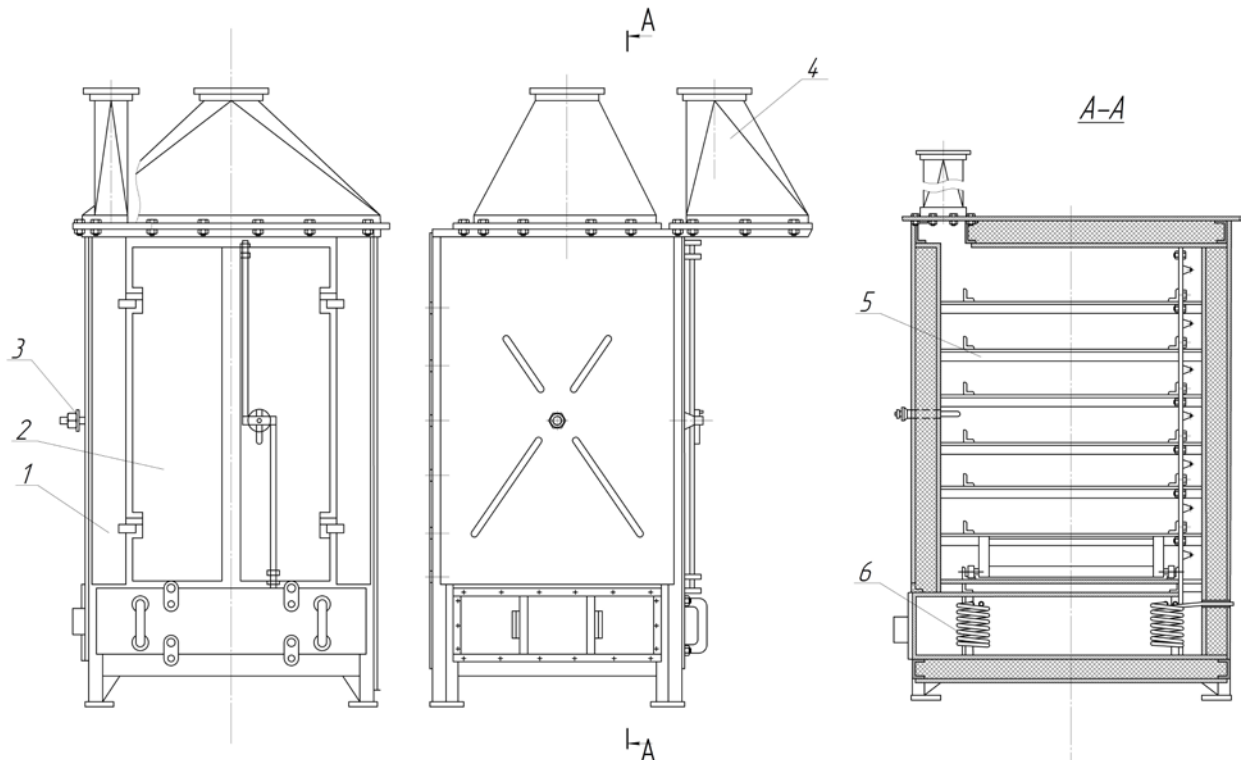


Рис. 1.57. Установка для сушіння лаку, модель 6506-27

Після ремонту ротор генератора повинен відповідати таким вимогам:

- люфт ротора на валу – не допускається;
- ротор повинен бути динамічно відбалансованим;
- шорсткість шийок під підшипники – не менше $Ra = 1,25$ мкм;
- опір обмотки збудження – перевіряють за значенням сили струму в обмотці збудження I при напрузі $U = 12,5$ В.

Статор з котушками може мати наступні дефекти: відпаювання наконечника; обрив виводу; замикання на “масу”; міжвиткове замикання; обрив та обгоряння ізоляції котушки.

Для усунення несправностей котушки слід її замінити.

Для цього руйнують ізоляцію (наприклад, випалюють), а далі легко виймають фазні котушки з пазів статора.

Нові котушки намотують дротом ПЭВ-2 відповідного діаметра, використовуючи спеціальний стенд (рис. 1.58), який складається із підставки 1, стійки 8 з оправкою 4 і ручкою 9. На столі підставки 1 закріплена основа 6 натяжного пристрою, який за безпечує подачу намотуваного дроту від котушки 19. З основою натяжного пристрою жорстко з'єднаний кронштейн 5, на якому встановлені напрямні 7, 17, натяжні 14, 16 і притискний 10 ролики. Напрямний ролик 3 може переміщатись під час намотування котушки по осі, що закріплена на стійках 2. Гальмування дроту здійснюється зміною натягу пружини паса 13 за допомогою болта 18 і зміщенням осі притискного ролика, що закріплений на рухомому кронштейні болтом 11 з пружиною 12. Для мащення осей передбачено маслянки 15.

Під час обертання ручки 9 дріт від котушки 19 напрямними роликами подається на оправку 4 для намотування фазної обмотки.

Котушку намотують щільно виток до витка дротом ПЭВ-2 діаметром 1,35...1,46 мм. Початок фази необхідно зачистити та залудити припоєм ПОССу-40 на довжині (15 ± 2) мм. На кінець фази надягають електроізоляційну трубку ТЛВ-2 довжиною (80 ± 2) мм, до якої припаюють наконечник тим же припоєм.

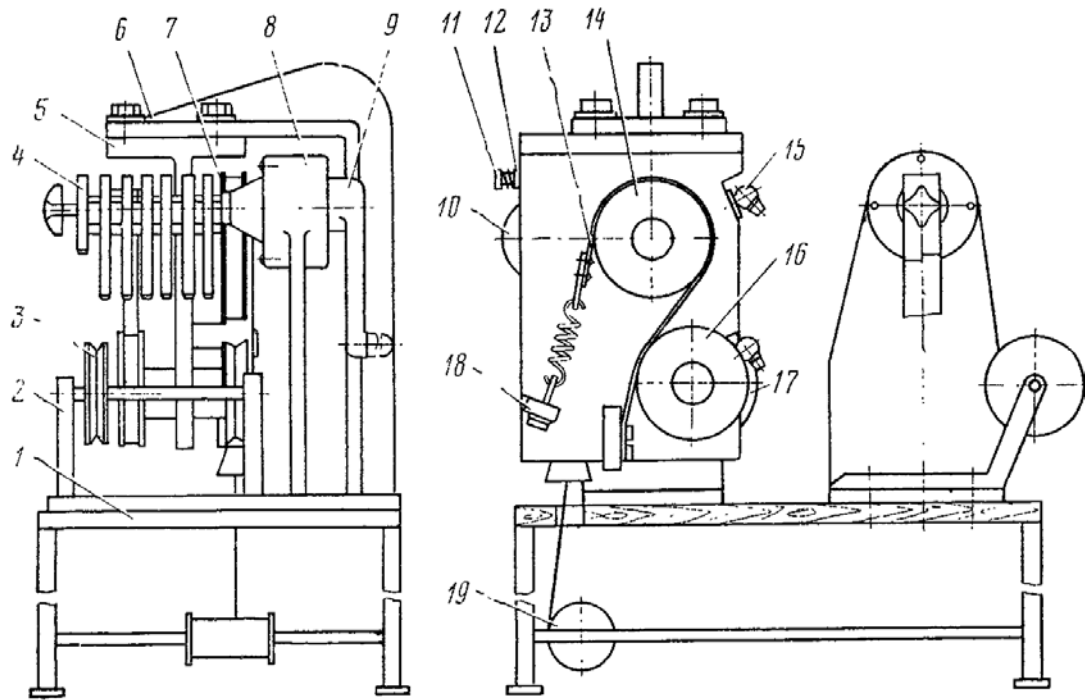


Рис. 1.58. Стенд для намотування фазних обмоток статорів

Під час складання статора початки котушок необхідно скрутити на довжині (16 ± 3) мм і пропаяти. У пази очищеного та пофарбованого нітроемаллю статора вкладають П-подібну ізоляцію із електротехнічного картону ЭВ або ЭВС. Укладання котушок фаз необхідно проводити проти годинникової стрілки, контролюючи при цьому внутрішній діаметр статора. Котушки в пазах фіксують клинами із текстоліту.

Після складання статор просочують лаком МЛ-92 або ГФ-95, занурюючи його на 1...2 хв. у ванну так, щоб лак не потрапив на наконечники виводів. Далі статор витримують на повітрі 15...20 хв. Сушіння лаку проводять в установці моделі 6506-27 при температурі 100...120 С впродовж 4 годин.

Відремонтований статор повинен відповідати таким вимогам:

- забоїни на поверхнях спряження з кришками не допускаються;
- внутрішній діаметр заліза статора повинен бути не меншим заданого значення D .

Одним із найпоширеніших дефектів є знос посадочних місць під підшипники в кришках генератора (рис. 1.59). Кришки автотракторних генераторів, що надходять у ремонт, мають знос посадочних місць

1 – посадочне місце, відновлене встановленням додаткової ремонтної деталі;
2 – втулка в кришці генератора; 3 – втулка встановлена у вушко кришки

Отвори у вушках сталених кришок генераторів відновлюють заварюванням зношеного та свердлінням нового отвору. Отвори в алюмінієвих кришках доцільно відновлювати встановленням додаткових ремонтних деталей (втулок) на епоксидній композиції.

Щітковий вузол генератора може мати такі дефекти:

- знос щіток за висотою. У разі наявності цього дефекту щітки замінюють новими;
- втрату жорсткості пружин, яку контролюють за допомогою спеціального пристрою (рис. 1.60). Дефектні пружини також замінюють новими;
- пошкодження ізоляції;
- тріщини та обломи кришки й корпусу щіткотримача. Такі деталі також замінюють новими.

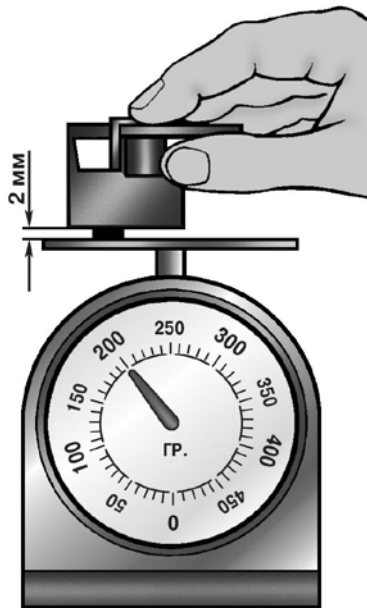


Рис. 1.60. Контроль жорсткості пружин щіткотримачів

У разі пошкодження ізоляції щіткотримача генератора постійного струму зрізають головки заклепок, вибивають заклепки і вісь. На нові заклепки і вісь важеля встановлюють ізоляційні втулки і прокладки. Далі розклепують заклепки і вісь важеля та покривають їх глифталевою емаллю №1201.

Осадження заклепок і осей притискного важеля щіток виконують за допомогою спеціальних оправок із сталі 45 твердістю HRC 55-60. Для осадження використовують пуансон (рис. 1.61).

Складений щіткотримач перевіряють на міцність ізоляції.

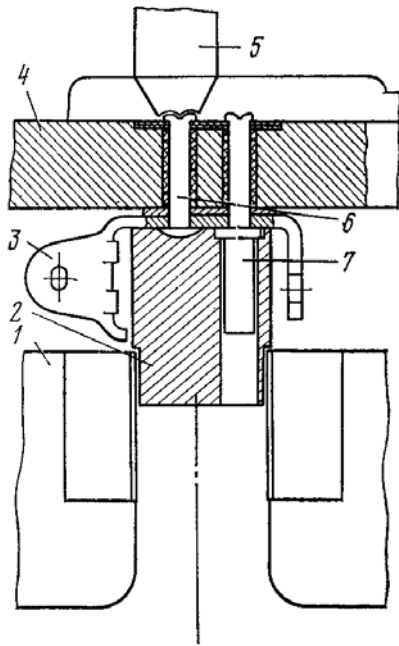


Рис. 1.61. Осадження заклепок щіткотримача:

1 – лещата; 2 – оправка;
3 – щіткотримач; 4 – кришка генератора;
5 – пуансон; 6 – заклепка; 7 – вісь щіткотримача

Регулятор напруги призначений для автоматичного підтримання напруги генератора, яка необхідна для забезпечення нормального режиму заряджання АБ та нормальної роботи інших споживачів струму.

Регулятор напруги не потребує технічного обслуговування під час експлуатації, а в разі виявлення несправностей його замінюють. Перевірити технічний стан діодів регулятора напруги можна на стенді або ж за допомогою омметра чи контрольної лампи потужністю до 5 Вт та джерела постійного струму напругою не більше 24 В (наприклад, АБ). Перевірити технічний стан регулятора напруги в комплекті з генератором можна на спеціальному стенді або ж з використанням джерела постійного струму та лампочки потужністю 1...3 Вт.

Перевіряють 14-вольтні інтегральні регулятори за схемою, що подана на рис. 1.62, а, б. Спочатку на регулятор від джерела постійного струму подається напруга 12 В, при якій контрольна лампа повинна горіти, а потім – напруга 15...16 В, при якій контрольна лампа горіти не повинна. Якщо порушується хоча б одна з умов, то регулятор несправний.

Аналогічно перевіряють 28-вольтні регулятори напруги (рис. 1.62, в). Тільки спочатку на регулятор подають напругу 24...25 В, при якій контрольна лампа повинна горіти, а потім – напругу 30...32 В, при якій контрольна лампа горіти не повинна.

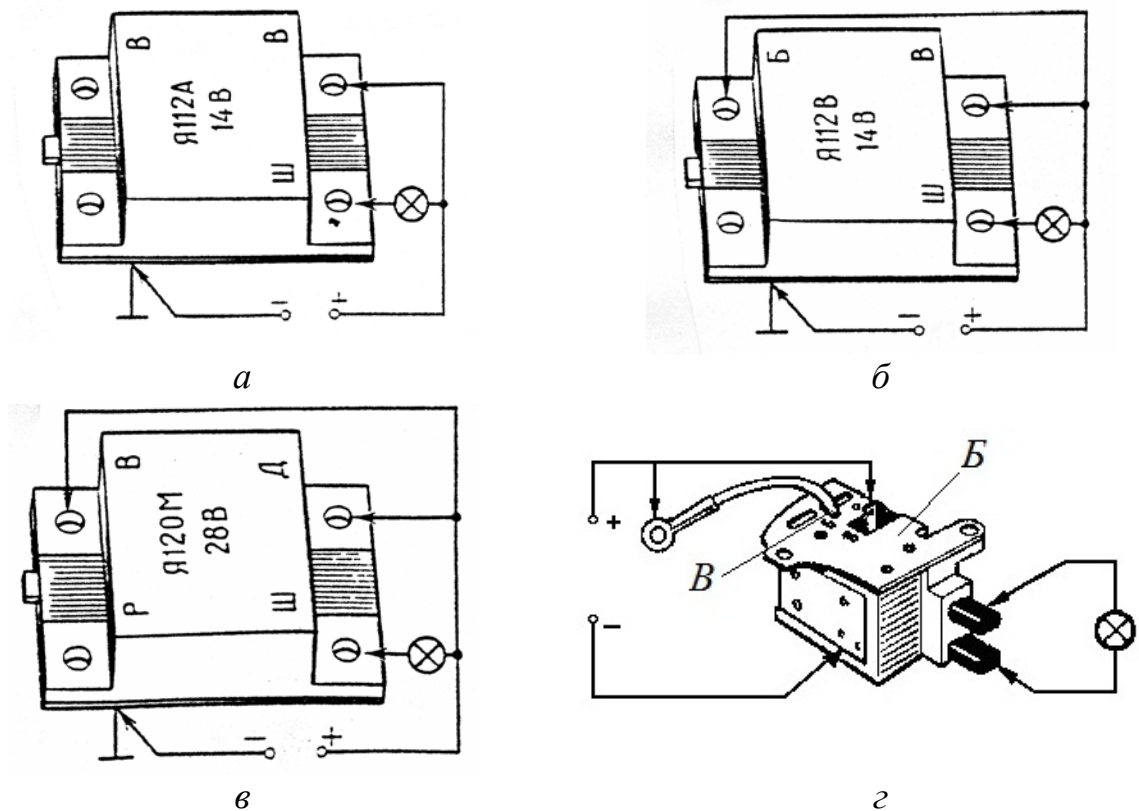


Рис. 1.62. Перевірка інтегральних регуляторів напруги

Регулятор напруги краще перевіряти в зборі зі щітковим вузлом, оскільки тоді можна виявити обриви виводів щіток і порушення контакту між виводами регулятора та щікотримача. Для перевірки між щітками вмикають контрольну лампу. Для регулятора напруги 17.3702 (рис. 1.62, г) до виводів *Б* і *В* під'єднують додатний, а до корпусу – від'ємний полюси джерела живлення. У разі подачі напруги 12 В контрольна лампа повинна горіти, а в разі подачі напруги 15...16 В – гаснути.

Якщо пробитий регулятор напруги, контрольна лампа горітиме в обох випадках. Якщо ж має місце обрив у колі регулятора або відсутній контакт між щітками та виводами регулятора напруги – контрольна лампа не горітиме взагалі.

Несправні електронні регулятори напруги під час ремонту замінюють новими.

Ремонт реле-регуляторів вібраційного типу полягає в заміні резисторів, що перегоріли, пошкоджених обмоток і якорів, з'єднувальних проводів та ізоляційних прокладок.

Справність резисторів і обмоток перевіряють за допомогою омметра. Якщо вимірний опір відрізняється від номінального, то обмотку чи резистор замінюють. Відсутність обривів визначають за допомогою контрольної лампи потужністю не більше 60 Вт, яку під'єднують послідовно до контрольованої обмотки чи резистора і до мережі $U = 220$ В. Якщо обривів немає, то контрольна лампа горітиме.

Для заміни обмотки вібраційного реле відкручують гайку кріплення осердя та відпаюють кінці обмоток.

Для заміни пошкоджених резисторів необхідно звільнити осердя, на якому намотано резистор, від тримача та акуратно відпаяти кінці проводів.

Кришки регуляторів з обломами та тріщинами під час ремонту вибраковують, а пошкоджені гумові амортизатори та герметизуючі прокладки замінюють новими. Погнуті кришки регуляторів ремонтують правкою.

Послаблені заклепки розклепують, а їх головки покривають гліфталевою нітроемаллю. Пошкоджені заклепки замінюють новими. Головки струмопровідних заклепок додатково припаюють до деталей кріплення припоєм ПОС-40 з використанням каніфолі.

Деталі, що зазнали корозії, очищають сталеві щіткою або ж піскоструменевим апаратом, після чого оцинковують.

У разі незначних пошкоджень поверхні контактів вібраційного реле зачищають надфілем або абразивними брусками. Завершальна обробка полягає у зачистці контактів шліфувальним папером зернистістю 140...170. Відремонтовані контакти повинні прилягати по всій площині. Зачищені контакти протирають салфеткою, змоченою у бензині, щоб усунути залишки абразиву.

Сильно зношені контакти вібраційних регуляторів замінюють новими.

Вольфрамові контакти напаюють на заклепки (тримачі контактів) латунними або мідними припоями, використовуючи як флюс буру. Перед напаянням поверхні заклепки та контакту ретельно зачищають надфілем або абразивним бруском. Після паяння залишки бури усувають занурюванням контакту в слабкий розчин соляної кислоти на 3...4 хв. Далі контакти промивають водою.

Вольфрамовий контакт на заклепку напаяють, використовуючи пристосування для нагрівання електричним струмом (рис. 1.63), яке під'єднують до акумуляторної батареї 9. Пристосування можна також під'єднати до мережі напругою 200 В через понижуючий трансформатор.

Перед напаянням поверхні деталей слід ретельно зачистити та вкрити бурою. Заклепку або пластину 7 з заклепкою встановлюють на нижній електрод 10 пристосування. Зверху встановлюють латунну або мідну пластину 6 (або припій ПСр-70) і вольфрамовий контакт 5. Перемикачем 8 включають живлення і, натискаючи на важіль 1, переміщують верхній електрод 4 до затискання контактів. Таким чином замикають електричний ланцюг. Як тільки припій розплавиться, важіль відпускають. Під дією пружини 2 верхній електрод 4 переміщається вгору по напрямній 3, розриваючи ланцюг. Час нагрівання контактів до розплавлення припою складає орієнтовно 4...6 с.

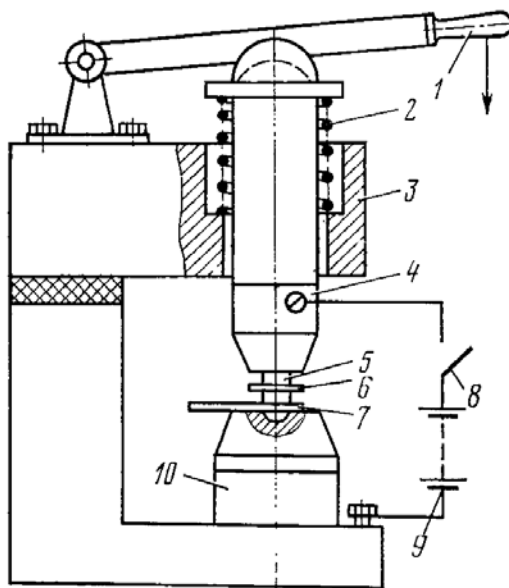


Рис. 1.63. Пристрій для напаявання вольфрамових контактів

Непридатну пружну пластину якоря замінюють новою.

Обмотки, що мають міжвиткові замикання, пошкодження та обгорання ізоляції, а також несправні резистори замінюють новими.

У разі необхідності можна намотати на справне осердя резистор із ніхромового дроту відповідного перерізу, вибираючи його довжину так, щоб отримати номінальне значення опору.

Під час складання реле-регуляторів слід контролювати зазори між якорем і осердям реле, а також між контактами в розімкнутому стані (рис. 1.64). Зазори між контактами, а також між якорем і осердям реле вимірюють за допомогою комплекту плоских щупів. Ці зазори повинні відповідати технічним умовам. Якщо реле-регулятор має кілька контактів, то зазори у всіх контактах повинні бути однаковими. Відхилення від співвісності осей контактів не повинна перевищувати 0,25 мм.

Зазор А між якорем і осердям регулюють, коли реле не включене, підгинаючи обмежувач ходу 1, в який впирається якір. Регулювання зазору Б між контактами 2 і 3 здійснюють переміщенням стійки 4 нерухомого контакту, послабивши гвинти 5.

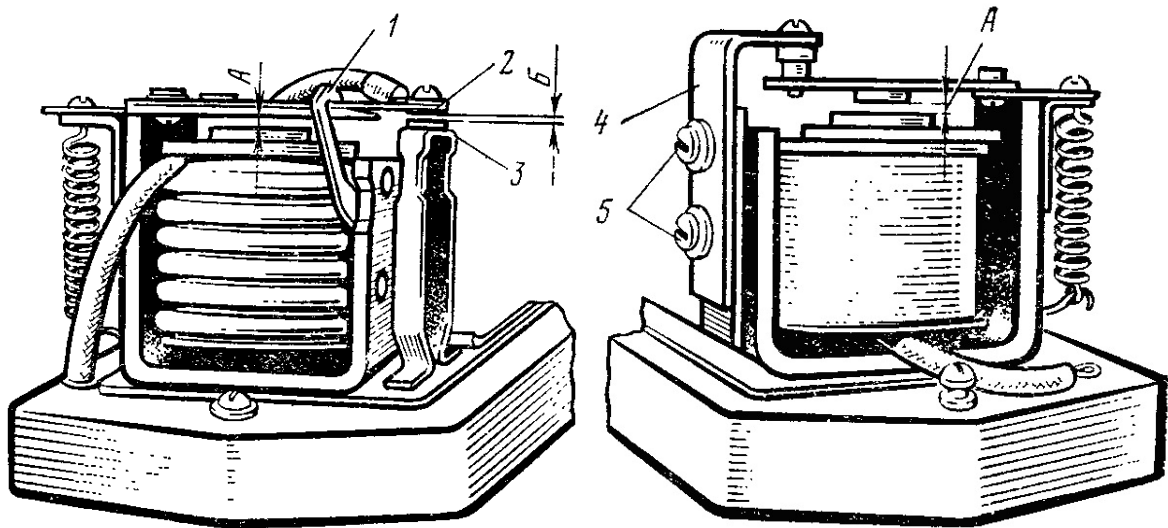


Рис. 1.64. Контрольовані зазори реле

Блок випрямлячів призначений для перетворення трифазного змінного струму за трифазною двопівперіодною схемою, коли використовують додатний та від'ємний півперіоди кожної фази. Тому схема випрямляча характеризується тим, що діоди оберненої провідності з'єднуються між собою додатними виводами, а діоди прямої провідності – від'ємними.

Для перевірки діодів прямої провідності на наявність пробою додатний вивід джерела живлення через контрольну лампу під'єднують до додатної шини, а від'ємний – по чергово до спільних точок послідовно з'єднаних діодів (рис. 1.65, а). У разі наявності пробою діодів контрольна лампа

загориться. Змінивши полярність під'єднання джерела струму, діоди перевіряють на обрив. Якщо контрольна лампа під час перевірки не горить, то це свідчить про наявність обриву електричного кола.

Для перевірки діодів оберненої провідності на наявність пробою від'ємний вивід джерела живлення через контрольну лампу під'єднують до від'ємної шини, а додатний – по чергову до спільних точок послідовно з'єднаних діодів (рис. 1.65, б).

У разі наявності пробою діодів контрольна лампа загориться. Змінивши полярність під'єднання джерела струму, діоди перевіряють на обрив. Якщо контрольна лампа під час перевірки не горить, то це свідчить про наявність обриву електричного кола.

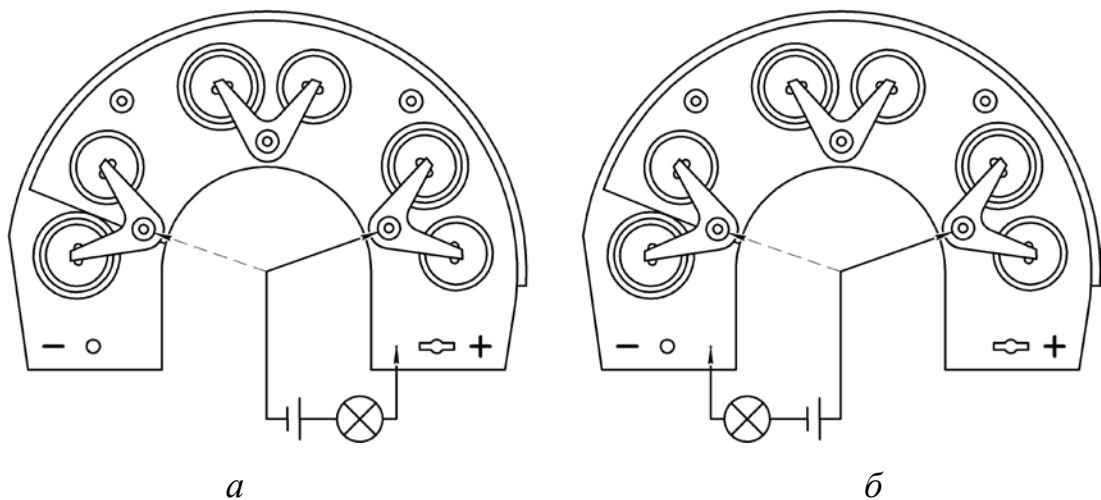


Рис. 1.65. Перевірка діодів блоку випрямлячів

У сучасних генераторах, у разі виходу з ладу одного з діодів необхідно замінити цілий випрямний блок.

У генераторах ранніх випусків «позитивні» діоди були запресовані в окрему алюмінієву пластину 11 (радіатор) а «від'ємні» – в кришку 8 (див. рис. 1.31). У таких генераторів, якщо пошкоджені один або кілька «позитивних» діодів, необхідно замінити радіатор разом з діодами. Зааміну здійснюють у такій послідовності:

1. Пошкоджені «від'ємні» діоди, запресовані у кришку генератора, можна замінити справними тієї ж полярності. Для цього

несправний діод акуратно випресовують на пресі (рис. 1.66). Не можна вибивати його молотком, щоб не зіпсувати отвір під вентиль і не пошкодити інші справні діоди, запресовані в кришку.

2. Новий діод акуратно, без перекосу запресовується в кришку також на пресі рис. 1.67, *а*. Категорично забороняється запресовувати діод ударами молотка.

3. Зусилля запресування повинно діяти на корпус діода, як зображено на рис. 1.67, *б* (стрілками вказані місця, на які повинен діяти пуансон А.76028 при запресовуванні).

4. Діоди запресовуються до упору фланця в кришку генератора. Для вентилів, мають ненакатаний поясok близько фланця, допускається зазор 0,1...1 мм між фланцем вентиля і поверхнею кришки.

Складають відремонтований генератор у послідовності, оберненій до розбирання.

Під час складання в підшипники закладають мастило ЦИАТИМ-201, ЛЗ-158. Фетрові шайби сальників просочують індустріальним маслом.

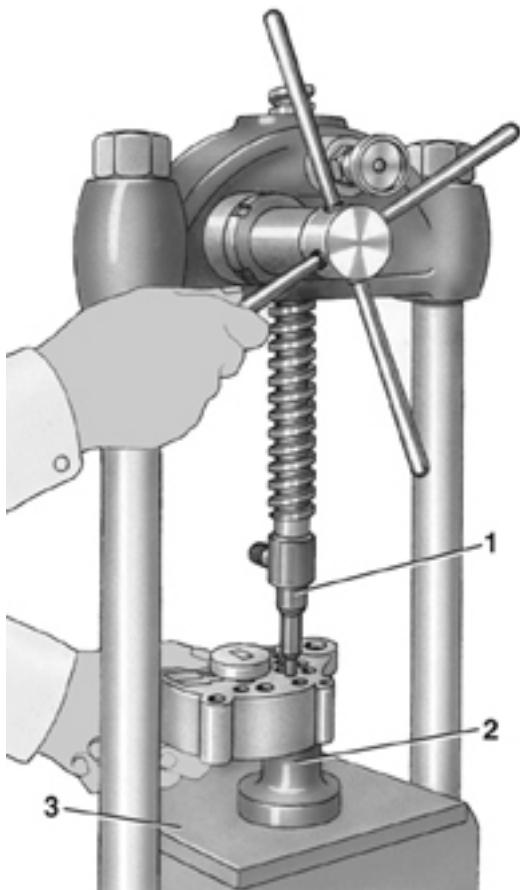


Рис. 1.66. Випресування діода:

1 – пуансон А.76027; 2 – опора А.76029;
3 – опорна пластина А.76032

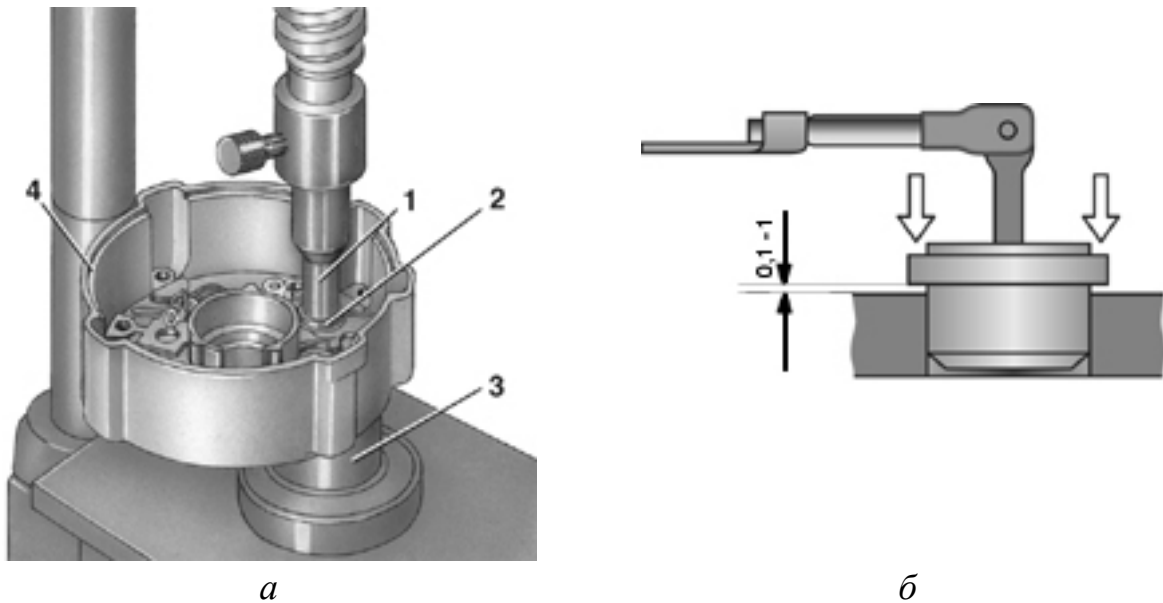


Рис. 1.67. Запресування діода:

1 – пуансон А.76027; 2 – «від'ємний» діод, 3 – опора А.76013, 4 – кришка генератора

Биття контактних кілець відносно посадочних місць під підшипники не повинно перевищувати 0,05 мм.

Ротор генератора повинен обертатись вільно від руки. Повздовжній люфт ротора повинен становити 0,15...0,25 мм.

Складений генератор обкатують впродовж 2...5 хв. та випробовують на стенді КИ-968М (рис. 1.68) або Э-211 при температурі повітря $(25 \pm 10)^\circ \text{C}$.

Під час обкатування генератора не допускається зачіпання ротора за статор, а також сторонні шуми в підшипниках і щіткотримачі.

Випробування ведуть у такій послідовності:

- *без навантаження*, коли при обмеженій частоті обертання ротора n генератор повинен розвивати задану напругу U ;
- *з повним навантаженням*, коли при постійній напрузі U та заданій силі струму навантаження I частота обертання ротора генератора повинна бути не більшою n ;
- *на підвищеній швидкості*: плавно підвищують частоту обертання ротора до n_{MAX} і витримують цю частоту впродовж 1 хв. при незбудженому генераторі.

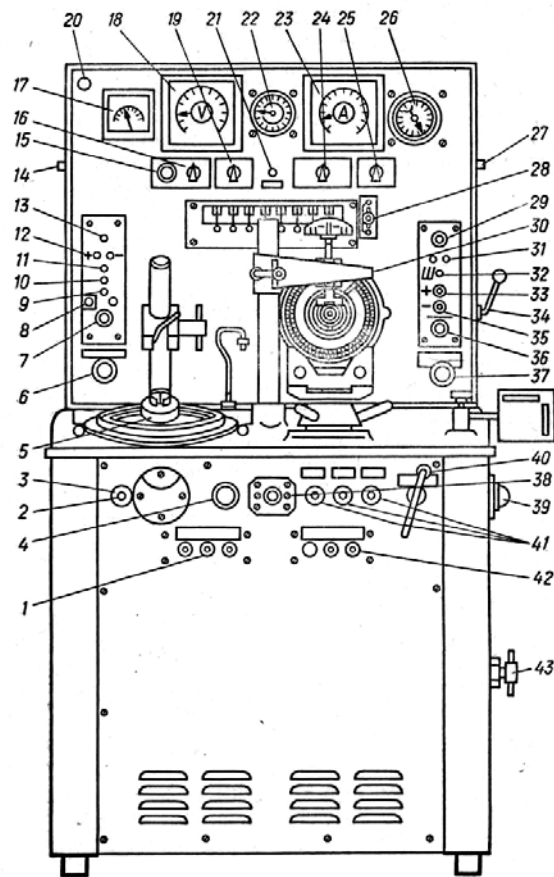


Рис. 1.68. Стенд КИ-968 ГОСНИТИ:

1 – перемикач акумуляторних батарей за напругою (12 В, 24 В); 2 – ручка вмикання (вимикання) вала синхронографа; 3 – еталонний перервник; 4 – ручка вакуумного насоса; 5 – синхронограф; 6 – вивід високої напруги еталонної котушки запалювання; 7 – кнопка вмикання випробуваного конденсатора; 8 – затискач для конденсатора; 9 – гніздо для приєднання виводу розподільника; 10 – гніздо «Батарея»; 11 – гніздо еталонного перервника-розподільника; 12 – гнізда вольтметра «±»; 13 – вивід високої напруги синхронографа; 14 – рукоятка регульовального реостата; 15 – вимикач приладу ИУК; 16 – ручка регулювання опору РІ ИУК; 17 – вимірювач кута замкненого стану контактів ИУК; 18 – вольтметр; 19 – перемикач вольтметра; 20 – сигнальна лампа вмикання стенда; 21 – сигнальні лампи вмикання напруги акумуляторних батарей стенда; 22 – тахометр; 23 – амперметр; 24 – перемикач клем випробуваних генераторів змінного і постійного струму котушки запалювання; 25 – перемикач шунтів на 30, 300, 1500 А; 26 – вакуумметр; 27 – рукоятка навантажувального реостата; 28 – рукоятка встановлення зазору розрядника; 29 – контрольна лампа; 30 – кронштейн затискача генератора; 31 – гніздо для вмикання контрольної лампи; 32 – гніздо «Ш» з'єднання з шунтовою обмоткою реле; 33 – затискач «+» для з'єднання з клемою «Б» генератора реле-регулятора; 34 – рукоятка вмикання планетарного редуктора; 35 – клемка «-»; 36 – клемка приєднання стартера; 37 – перемикач роду навантаження «Батарея-реостат»; 38 – перемикач швидкостей електродвигуна стенда; 39 – рукоятка варіатора для зміни частоти обертання привідного вала стенда; 40 – кнопка вмикання при випробуваннях стартера; 41 – кнопки вмикання реверсивного електродвигуна стенда і кнопка «Стоп» його зупинки; 42 – штекер перемикачання «Маса-заряд»; 43 – рукоятка регулювання натягу пасів варіатора

Схема підключення генератора під час випробувань подана на рис. 1.69.

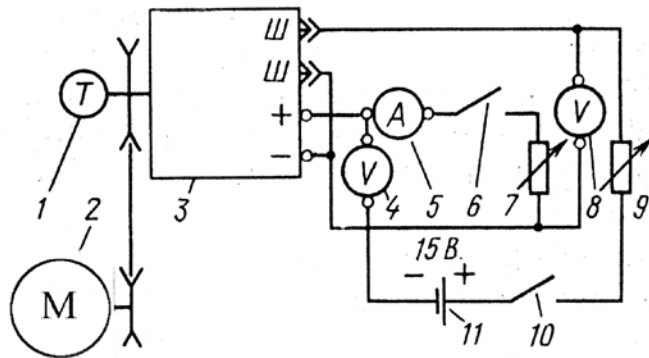


Рис. 1.69. Схема перевірки генератора на стенді:

1 – тахометр; 2 – електродвигун; 3 – генератор; 4,8 – вольтметри; 5 – амперметр; 6,10 – вимикачі; 7,9 – резистори навантаження; 11 – акумуляторна батарея

Режими обкатування й випробування генераторів подані в табл. 1.8 і 1.9.

Порівнюючи показники вольтметра з паспортними даними генератора, роблять висновок про справність останнього. Якщо напруга між фазами однакова, то обмотка статора справна, а несправності слід шукати в обмотці збудження. Якщо під час випробування встановлено значну розбіжність показників тахометра й паспортних даних генератора, то слід перевірити обмотку статора на симетричність фаз.

Під час випробування реле-регулятор закріплюють на контрольно-випробувальному стенді та під'єднують згідно схеми, поданої на рис. 1.70.

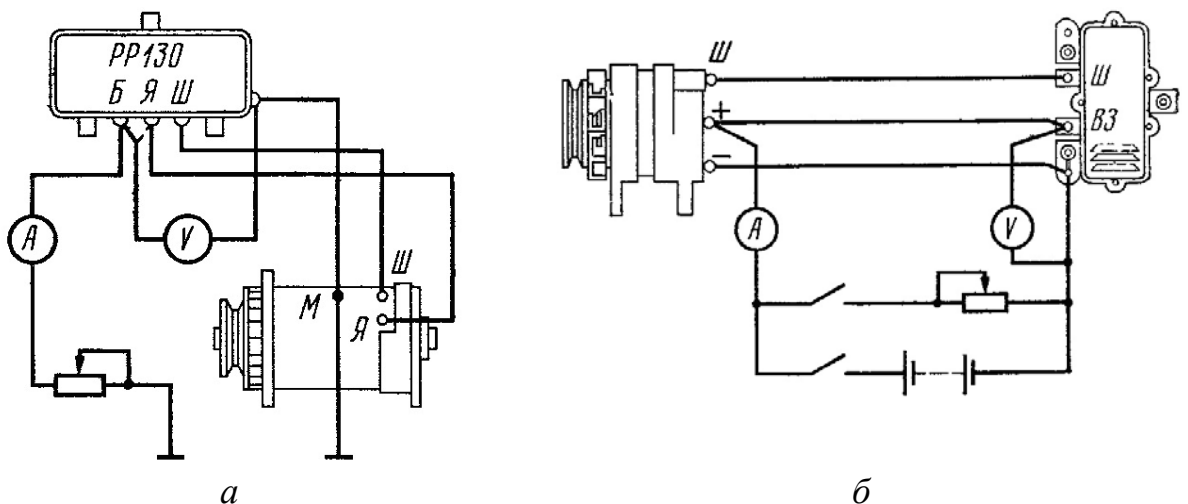


Рис. 1.70. Схема з'єднань під час перевірки реле-регулятора:
а – генератора постійного струму; б – генератора змінного струму

Таблиця 1.8

Режими обкатування генераторів

Параметри режиму	Марка генератора					
	Г302-Б1	Г304	Г306	Г309	13.3701	15.3701
Напруга U , В	12,5	12,5	14	14	14	14
Сила струму I , А	10	22	22	72	22	72
Частота обертання n , об./хв (не більше)	3500	2600	2600	6000	2600	6000

Таблиця 1.9

Режими випробування генераторів

Марка генератора	Випробування без навантаження		Випробування з номінальним навантаженням			Короткочасне (120 с) випробування при $n_{\max}$, об./хв.
	U , В	n , об./хв. не більше	U , В	I , А	n , об./хв. не більше	
Г302 / Б1	12,5	2000	12,5	15	4200	6700
Г304, Г304-А1, -Б1, -В1	12,5	1350	12,5	23,5	2600	5600
Г306-А, -Б, -В, -Г, -Д	14	1500	14	23,5	2600	5640
13.3701, 131.3701, 132.3701, 133.3701,	12,5	1450	12,5	23,5	2700	5640
Г309	14	1200	14	102	6000	7200
15.3701, 153.3701, 154.3701	14	1200	14	92	6000	7200

Вібраційні регулятори напруги регулюють при силі струму навантаження генератора, яка дорівнює половині номінальної сили струму та при частоті обертання якоря, яка вказана в технічних умовах для генераторної установки. Навантаження створюють реостатом стенда, а частоту обертання якоря контролюють за показами тахометра.

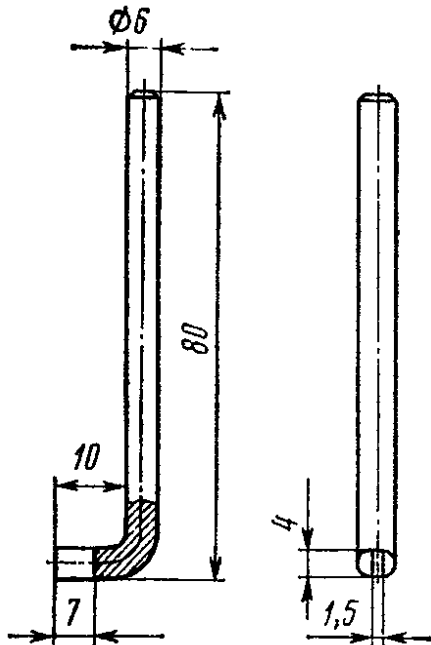


Рис. 1.71. Ключ для регулювання вібраційного реле-регулятора

Якщо під час випробування регульована напруга виходить за межі, вказані в технічних умовах, то слід відрегулювати пружину, підгинаючи спеціальним ключем (рис. 1.71) хвостовик, до якого вона прикріплена. Під час регулювання слід пам'ятати, що кронштейн і пружина перебувають під напругою, а тому, щоб уникнути короткого замикання, стержень регульовального ключа варто за ізолювати.

1.10. Будова та перевірка електропроводки

Сумарна довжина проводки сучасних машин може сягати кількох кілометрів. У разі використання однопровідної системи, яка значно зменшує кількість проводів, спрощує та здешевлює всю систему електропостачання, особливо уважно слід контролювати стан ізоляції та кріплення проводів.

Для з'єднання споживачів кола низької напруги застосовують переважно проводи марки ПГВА з поліхлорвініловою ізоляцією.

Проводи високої напруги виготовляють із дроту марки ПВВП або ПВППВ. Ці проводи мають сердечник з феритовим наповнювачем, на який намотана спіраль з дроту з високим питомим опором (2000 ± 200 Ом/м).

Основним призначенням високовольтних проводів є передача електричних імпульсів від котушки запалювання на свічки. Тому вони повинні:

- витримувати високу напругу (до 40 000 В);
- передавати імпульси з невеликими втратами;
- забезпечувати мінімум перешкод для радіоелектронної апаратури;
- мати хорошу ізоляцію для запобігання витоків струму;
- зберігати свої властивості в широкому інтервалі температур (від -30°C взимку до $+100^{\circ}\text{C}$ і більше при роботі двигуна влітку).

Для передачі високовольтного імпульсу з мінімальними втратами потрібно зменшити електричний опір проводу. З цією метою спочатку використовувалися проводи з мідною струмопровідною жилою. Широке розповсюдження радіоелектронних пристроїв і електронних систем у самому автомобілі виявили їх основний недолік – випромінювання великої кількості електромагнітних перешкод.

Для зменшення таких перешкод у високовольтний ланцюг системи запалювання включають додатковий резистор. Такий резистор також може бути вбудований в ротор розподільника, свічку або її ковпачок. Крім того, певний опір має вугільний електрод у кришці розподільника. Однак найпоширенішим і ефективним способом зменшення радіоперешкод, що створюються системою запалювання, є використання високовольтних проводів з розподіленим опором.

Сучасні високовольтні проводи складаються з струмопровідної жили, ізоляції (захисного шару), металевих контактів і ковпачків (рис. 1.72).



Рис. 1.67. Високовольтний провід:

- 1 - зовнішня силіконова ізоляція;
- 2 - теплопровідна жила;
- 3 - внутрішній ізоляційний силіконовий шар;
- 4 – контакт;
- 5 - захисний ковпачок

Струмопровідна жила буває декількох типів:

- мідна багатожильна з опором 0,02 Ом/м. Однак у такому разі необхідні додаткові резистори для зменшення електромагнітних перешкод;
- неметалева жила з металевою «обвивкою» – розподілений опір до 2 кОм/м. Центральну частину сердечника виготовляють з скловолокна, просоченого графітом, льняної нитки або кевлара. Часто центральну частину покривають шаром ферропласту, який за рахунок своїх властивостей також запобігає поширенню перешкод. Поверх центральної частини навивають тонкий металевий дріт. Однак, як і для попереднього типу, необхідні додаткові резистори для зменшення електромагнітних перешкод;
- неметалева жила з високим розподіленим опором. Провід з такою жилою встановлюють без резисторів. Жила такого типу може бути виготовлена з різних матеріалів. Доволі часто зустрічаються варіанти виконання з:
 - ✓ бавовняної пряжі, просоченої сажевим розчином. Іноді зверху її підсилюють бавовняним або капроновим обплетенням. Опір 15 ... 40 кОм/м;
 - ✓ полімерної "жили" з опором 12 ... 15 кОм/м. Всередині неї може бути пропущена зміцнююча нитка;
 - ✓ скловолоконних ниток з графітової засипкою.

Ізоляція – одношарове або багатшарове захисне діелектричне покриття струмопровідної жили (рис. 1.73). Ізоляція призначена для запобігання виникненню витоків електричного струму; захисту жили від впливу вологи, паливо-мастильних матеріалів, шкідливих випарів і високих температур у моторному відсіку, а також механічних пошкоджень.

Ізоляцію виконують з різних видів пластмас (наприклад, поліхлорвінілу), силікону, гуми в різних поєднаннях. Іноді механічну міцність ізоляції збільшують за рахунок тканинного, бавовняного, капронового, склотканинного або полімерного обплетення.

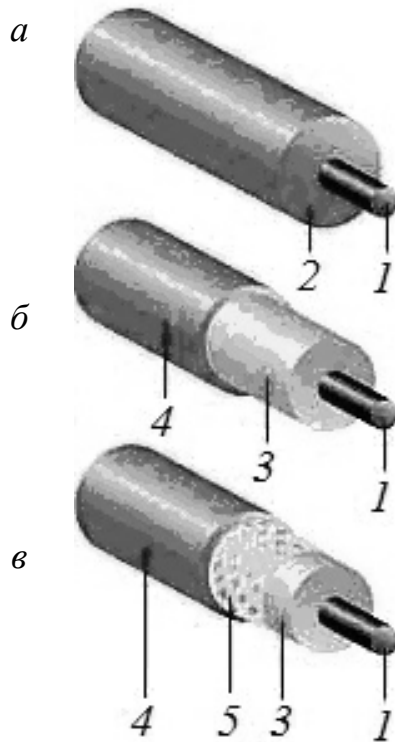


Рис.1.73. Високовольтні проводи з різними типами ізоляції:

*а – одношарова; б – двошарова;
в – двошарова із зміцнюючою обгорткою;
1 – струмопровідна жила; 2 – ізоляція;
3 – діелектричний шар; 4 – захисний шар;
5 – зміцнююча обгортка*

Металеві контакти (наконечники) забезпечують електричне з'єднання струмопровідної жили з відповідними контактами (гніздами, високовольтними виводами) свічки і котушки запалювання або кришкою розподільника.

Основні вимоги до контактів такі:

- надійний контакт з струмопровідною жилою проводу. Досягається обтисканням або паянням (з мідним сердечником);
- міцність кріплення на проводі. Досягається щільним обтисканням, а, іноді, додатково "зубцями" та спеціальною опуклістю (рис. 1.74);
- надійне з'єднання з виводами свічки і котушки запалювання або кришки розподільника. Для цього контакт проводу може мати виступ, пелюстку або спеціальну пружину;
- достатня корозійна стійкість для збереження надійного контакту в різних умовах експлуатації. Досягається використанням кольорових металів або ж покриття, що захищає від зовнішніх впливів.

Слід зазначити, що контакти на різних кінцях проводу можуть різнитися.



Рис. 1.74. Способи кріплення наконечників

Контакти, з якими з'єднується високовольний провід, бувають декількох типів (рис. 1.75).

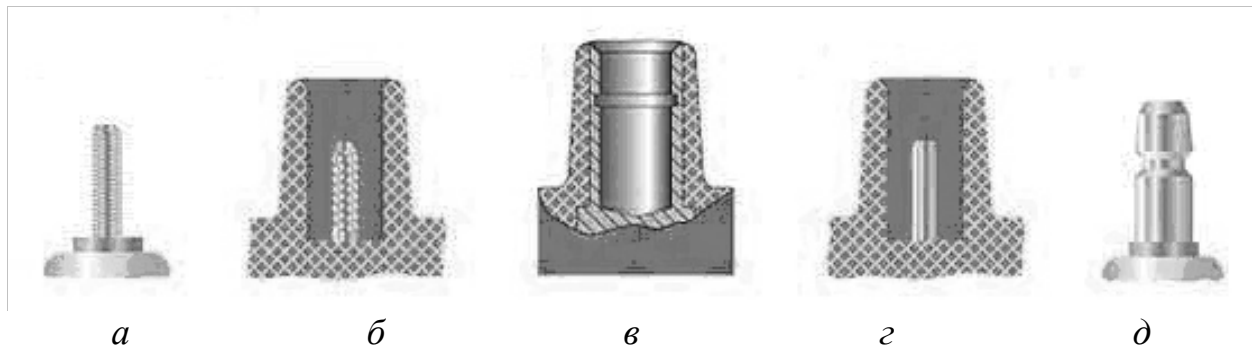


Рис. 1.75. Різноманітні типи гнізд (контактів)
на свічці, кришці розподільника та котушці запалювання,
з якими з'єднуються наконечники високовольних проводів:
а – М 4; б – SCREW/VRUT; в – DIN; г – D4; д – SAE

Ковпачки захищають місця з'єднань контактів проводу з відповідними виводами котушки, розподільника і свічок запалювання від агресивних впливів зовнішнього середовища і запобігають витокам струму.

Основні вимоги до ковпачків:

- максимально щільне з'єднання з деталями системи запалювання, щоб пил і волога не проникали до контактів. Іноді після тривалої експлуатації зняти ковпачки вдається тільки за допомогою спеціального інструменту;
- стійкість до впливу високих і низьких температур, а також до їх різкого перепаду.

Ковпачки мають різну форму. Їх виготовляються з гуми, силікону, пластмаси або ебоніту. У деякі з ковпачків вбудовують додатковий резистор (рис. 1.76) або металевий екран для зменшення перешкод.

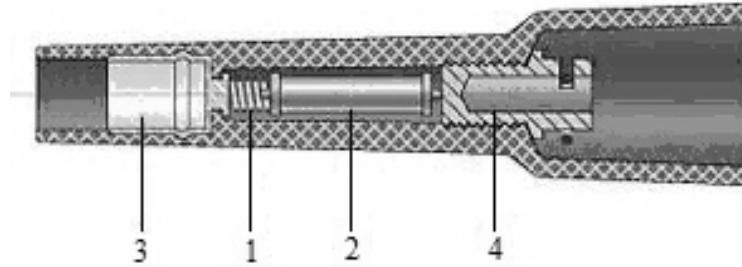


Рис. 1.76. Ковпак свічки з вбудованим резистором:

*1 – ковпак; 2 – резистор; 3 – гніздо для під'єднання високовольтного проводу;
4 – гніздо для з'єднання із свічкою*

Основні *несправності* високовольтних проводів системи запалювання – це розрив електричного кола і витік струму.

Розрив електричного кола відбувається найчастіше в місці з'єднання металевого контакту проводу з струмопровідною жилою та іншими деталями системи запалювання, які виникають, наприклад, під час зняття проводу; у разі поганого з'єднання з виводами відповідних елементів системи запалювання; внаслідок окиснення або руйнування жили.

У місцях порушення з'єднання відбувається іскріння і нагрів, що ще більше погіршує ситуацію і може призвести до вигорання металевих контактів або жили.

Витік електроенергії відбувається через забруднені проводи, свічки, кришку розподільника і котушку запалювання, а також у разі пошкодження ізоляції і ковпачків проводу.

При низьких температурах високовольтні проводи стають жорсткішими, збільшується ймовірність пошкодження їх ізоляції і ковпачків. Крім того, через постійну вібрацію, що супроводжує роботу двигуна, послаблюються місця з'єднань, що може призвести до погіршення контакту, наприклад, у кришці розподільника. Найбільшим є вплив підвищеної температури на свічкові ковпачки, оскільки вони знаходяться найближче до нагрітих деталей двигуна і, до того ж, часто зазнають дрібних пошкоджень під час зняття.

З часом всі елементи системи запалювання неминуче покриваються шаром пилу і бруду, вологою і випарами паливо-мастильних матеріалів, які є провідниками струму і значно збільшують витік струму, особливо у вологу погоду і за наявності пошкоджень ізоляції. Крім того, від потрапляння вологи та бруду відбувається подальше збільшення мікротріщин, тому діелектричні властивості в процесі експлуатації погіршуються.

Цілісність ізоляції проводів, працездатність комутаційної апаратури, а також стан з'єднань перевіряють за принциповою електричною схемою з використанням контрольної лампи-ручки, один контакт якої з'єднаний із затискачем 6, а інший – зі штирем 3 (рис. 1.77).

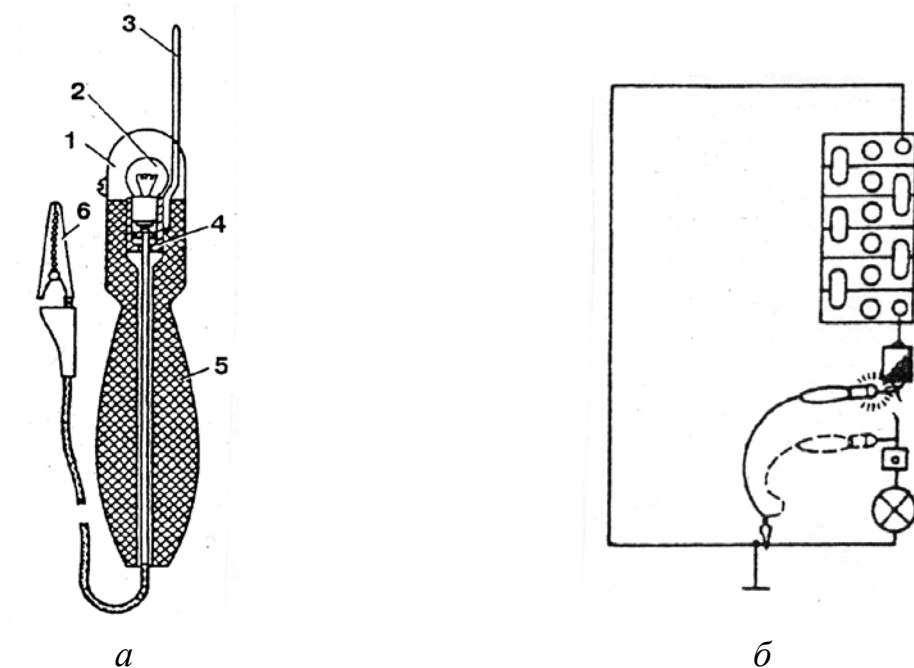


Рис. 1.77. Контрольна лампа-ручка (а), схема пошуку обриву та перевірки контактів (б):

1 – захисна сітка; 2 – лампа; 3 – штир; 4 – патрон; 5 – ручка; 6 – провід із затискачем

Для пошуку місця обриву затискач 6 приєднують до маси автомобіля, а штирем 3 торкають до контактів. У разі великої віддалі між контактами можна проколоти ізоляцію проводу наконечником.

Перевірку ведуть доти, доки не загориться лампочка. Місце обриву буде знаходитись між точкою торкання, в якій лампочка горіла, та найближчою до неї точкою, де лампочка вже не горить.

Обірваний провід слід замінити. Як тимчасовий захід, можна з'єднати кінці обірваного проводу та обмотати ізоляційною стрічкою.

У разі замикання проводу на “масу” слід перевірити його ізоляцію. Оскільки електричні ланцюги багатьох споживачів струму захищені запобіжниками, то ланцюг, в якому відбулось замикання, роз'єднується відповідним запобіжником.

З метою підтримання електропроводки і комутаційної апаратури в справному стані необхідно очищати проводи від бруду та пилу, перевіряти надійність їх кріплення.

1.11. Запобіжники: види, перевірка та заміна

Запобіжник – вузол (деталь) призначена для знеструмлення електричної мережі у випадку виникнення у ній перевантаження чи короткого замикання.

Існує близько десятка різновидів запобіжників, що відрізняються своєю конструкцією (рис. 1.78).

Колодкові запобіжники 1 застосовувалися на автомобілях ранніх років випусків. Вони мали найпростішу будову та являли собою ізоляційну основу (колодку) з парою контактів, між якими намотувалася плавка вставка – мідний або алюмінієвий дріт певного діаметру та довжини, розрахований на струм 8...10 А. У разі перегорання запобіжник відновлювали, замінивши дріт, запас якого був намотаний на тій ж колодці. У разі, якщо потрібно було збільшити номінал запобіжника (наприклад, з 10 А до 30 А), використовували товстіший дріт або збільшували кількість тонких.

Скляні запобіжники 2 мають плавку вставку в вигляді провідника, розташованого всередині скляної трубочки, припаяного до металевих ковпачків на її краях. Застосування такої вставки точно підібраного діаметра уможливорює виготовлення запобіжників з великим діапазоном значень номінального струму. Якщо під рукою немає запасного, згорілий скляний запобіжник також можна відновити: вставивши замість перегорілої вставки нову.

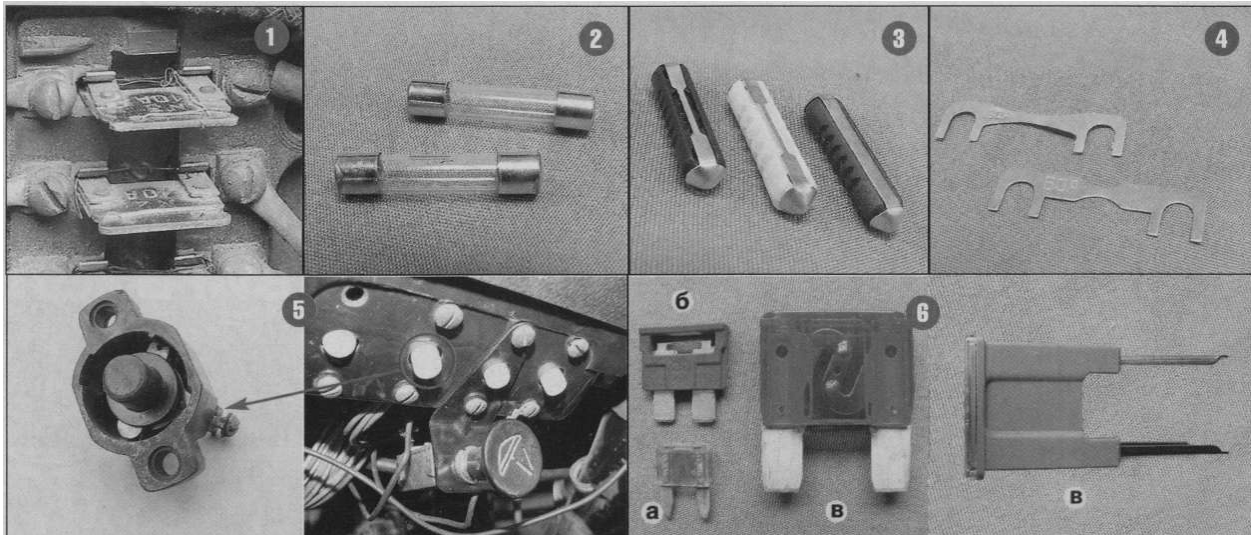


Рис. 1.78. Види запобіжників:

1 – колодкові; 2 – скляні; 3 – циліндричні плавкі вставки; 4 – силові плавкі вставки;
5 – біметалеві; 6 – штекерні (ножові):
а – малі (серія «міні»); б – середні («міді»); в – великі («максі»)

Слід пам'ятати, що в такому разі не можна вибирати діаметр дроту довільно – якщо він буде дуже товстим, то це може призвести до загоряння.

Циліндричні плавкі вставки 3 широко використовуються на автомобілях ВАЗ. Такі запобіжники мають просту та дешеву конструкцію: плавка вставка, виготовлена з листового металу товщиною 0,22 мм, закріплена на пластиковій або керамічній циліндричній підставі. Вони розраховані на силу струму 8 А і 16 А.

Силові плавкі вставки 4 призначені для захисту потужного електрообладнання (стартера, генератора і т.д.) легкових і вантажних автомобілів. Їх виготовляються у вигляді алюмінієвих пластин-перемичок, що розраховані на силу струму 30 ... 60 А. Кріплять плавкі вставки в спеціальних корпусах гвинтами і в разі перегорання замінюють новими. На деяких автомобілях (наприклад, *Ford*) для захисту силового електрообладнання та акумуляторної батареї в плюсовий вивід АБ вмонтована плавка вставка – провідник довжиною 10...12 см, що розрахований на робочий струм 55...60 А.

Біметалеві запобіжники 5 являють собою пару контактів, з'єднаних двошаровою металевною струмопровідною пластиною, яка деформується під час нагрівання від дії струму. Принцип їх роботи такий, яке у більшості побутових запобіжників. Після усунення причини перегріву вони охолоджують

ються і натисканням пускової кнопки переводяться у включений стан. Зазвичай такі запобіжники використовуються для захисту електрообладнання вантажних і деяких легкових автомобілів. Випускають біметалеві запобіжники, розраховані на номінальну силу струму 10 А, 15 А, 20 А, 25 А, 30 А.

Штекерні запобіжники 6 застосовуються в більшості машин. Є декілька типорозмірів таких запобіжників, які умовно можна розділити на малі (серія «міні», *а*), середні («міді», *б*) і збільшені («максі», *в*). Вони одноразові, однак мають ряд переваг, серед яких – надійний контакт, зручність знімання та установки, розширений діапазон номінальних значень робочого струму.

Штекерні запобіжники зручні й безпечні. Їх легко відрізнити один від одного: плавкі вставки запресовані в напівпрозорий пластиковий корпус, колір якого відповідає певному значенню робочого струму. Наприклад, у найпоширеніших запобіжниках серії «міді» коричневий колір пластикового корпуса відповідає номінальному значенню сили струму 5 А, червоний – 10 А, синій – 15 А, жовтий – 20 А, білий – 25 А, зелений – 30 А. Запобіжники серії «максі» мають збільшені розміри та інше позначення: жовтий колір відповідає номінальному значенню сили струму 20 А, зелений – 30 А, червоний – 40 А, блакитний – 60 А, коричневий – 70 А, світло-жовтий – 80 А, бузковий – 100 А тощо.

Всі запобіжники виконують єдину і просту функцію але можуть мати різну конструкцію. По-перше, плавка вставка запобіжника повинна мати переріз, що дає змогу пропускати струм робочої величини та визначену довжину. Захисні властивості запобіжника залежать в першу чергу від точності дотримання геометричних розмірів його плавкої вставки. Посадження цих параметрів визначає опір вставки і забезпечує виділення в ній при проходженні збільшеного струму кількості тепла, достатнього для перегорання.

Ось чому деякі запобіжники, виготовлені шляхом неякісного штампування, витримують, не згораючи, 5...10-кратні перевантаження і виявляються непридатними для експлуатації. Плавкий запобіжник повинен згоріти за час, що не перевищує 10 с при потроєному, порівняно з номінальним, значенні сили струму.

Корпус запобіжника за умови робочої сили струму, що проходить через його плавку вставку, не повинен розплавлятися, а при короткочасному проходженні струму силою 100 А – обвуглюватися (рис. 1.79).

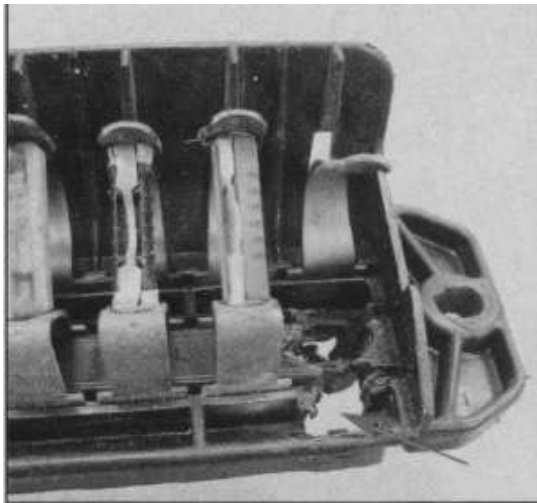


Рис. 1.79. Корпус, розплавлений внаслідок порушення контакту тримача з запобіжником

Якість запобіжника визначається також і значенням падіння напруги ΔU на плавкій вставці. Падіння напруги залежить від номінальної сили струму та не повинно перевищувати певних значень: від $\Delta U = 0,08$ В для $I = 8 \dots 10$ А до $\Delta U = 0,115$ В для $I = 30$ А. Більш високі значення ΔU свідчать про надто великий опір вставки, яка, ймовірно, швидко перегорить, не забезпечивши роботу цілком справної мережі. Надто низьке значення падіння напруги, навпаки, свідчить про малий опір вставки – у критичний момент вона не зможе вчасно перегоріти.

Для зручності експлуатації запобіжники розташовують у блоках – корпусах, які залежно від марки машини можуть знаходитись у різних місцях (рис. 1.80), а також встановлюватись у спеціальних перехідниках (рис. 1.81).

Зазвичай корпуси накриті кришками, що захищають контакти від попадання пилу, вологи та бруду. Потрібні запобіжники визначають, користуючись схемою їх розташування, яка подана на корпусі або кришці блоку.

Під час роботи з електрообладнанням не рекомендують виймати запобіжники металевим інструментом (наприклад, викруткою), а також перевіряти справність ланцюгів на «іскру» (замикати проводи на «масу»).

Це може викликати перегорання струмоведучих доріжок блоку, замикання виводів встановлених у ньому реле і, як наслідок, вихід з ладу електронних блоків управління, в тому числі бортового комп'ютера.

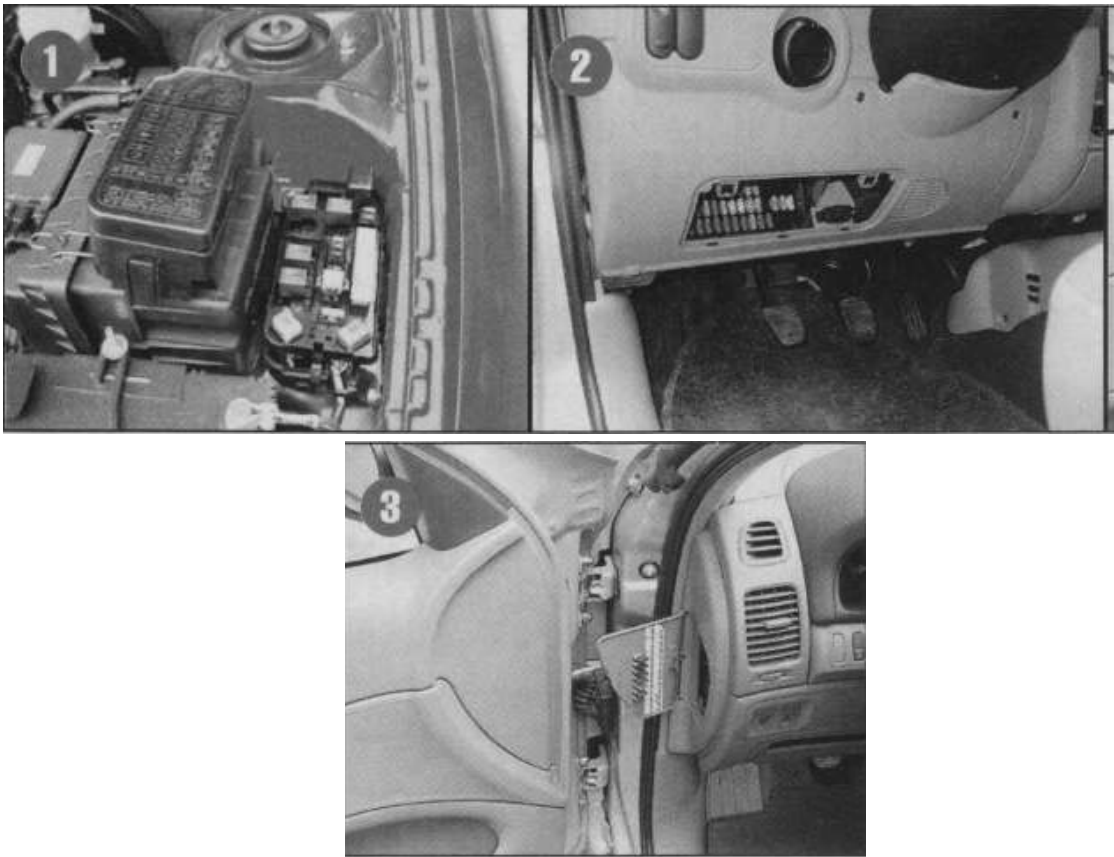


Рис. 1.80. Блоки запобіжників можуть знаходитись:

1 – у моторному відсіку; 2 – під передньою панеллю; 3 – в боковій «кишені» передньої панелі

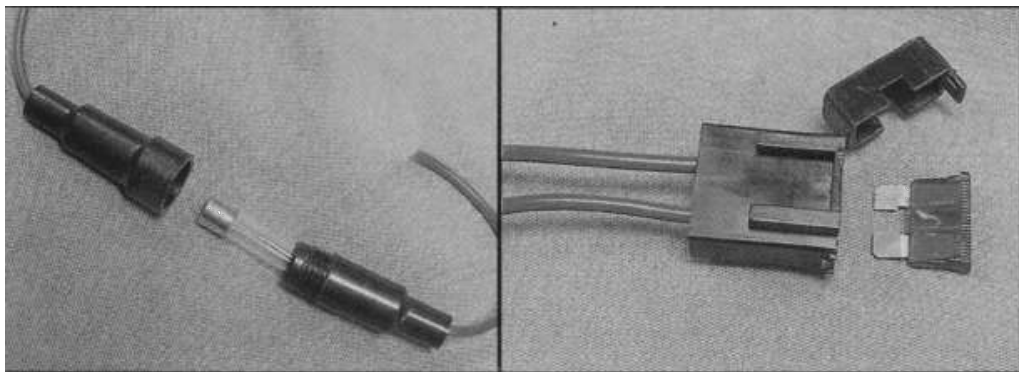


Рис. 1.81. Запобіжники додаткового обладнання можуть бути встановлені в спеціальних перехідниках

Щоб уникнути цих неприємностей, перед заміною запобіжника, що перегорів, слід відключити відповідні енергоспоживачі (наприклад, фари). У посібниках з експлуатації деяких машин рекомендують перед початком робіт від'єднати провід від клеми «мінусовий» АБ.

Залежно від конструкції корпусу блоку і його місцезнаходження замінювати запобіжники можна пальцями чи пінцетом.

Недоцільно замінювати запобіжники, що перегоріли, іншими, більш високого номіналу, або ж запобіжниками, які не передбачені конструкцією автомобіля. Категорично заборонено використовувати в якості запобіжників сторонні металеві предмети – канцелярські скріпки, гвіздки тощо.

Якщо точно встановлено, що ланцюг, який захищає запобіжник, що перегорів, справний, то у виняткових випадках можна тимчасово його замінити складеною кілька разів смужкою алюмінієвої фольги.

При повторному згорянні запобіжника слід обов'язково ретельно перевірити справність електровузлів і проводки ланцюга, який захищається запобіжником, і вжити заходів до усунення виявлених несправностей.

Справність запобіжника визначають за цілісності його плавкої вставки. Переважно цілісність плавкої вставки легко перевірити візуально. Однак в окремих випадках, висновок щодо цілісності плавкої вставки після візуального огляду зробити важко (рис. 1.82). У такому разі перевірку проводять за допомогою омметра (рис. 1.83).

Для перевірки можна також використовувати й автомобільну лампочку потужністю не більше 10 Вт, підключивши через неї запобіжник до АБ. Якщо плавка вставка справна, лампочка повинна горіти.

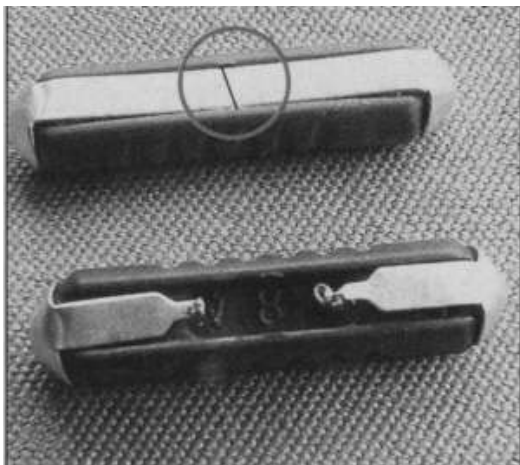


Рис. 1.82. Запобіжники, що перегоріли

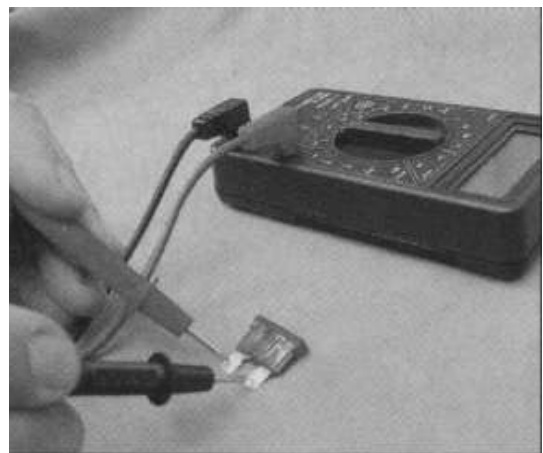


Рис. 1.83. Перевірка справності запобіжника за допомогою омметра

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для чого призначена і як побудована система електропостачання тракторів і автомобілів?
2. Поясніть призначення та будову стартерних АБ.
3. Як залежить термін служби стартерних АБ легкових автомобілів від інтенсивності їх експлуатації?
4. Подайте класифікацію стартерних АБ за обсягом та трудомісткістю робіт їх технічного обслуговування?
5. Як і з якою періодичністю контролюють щільність електроліту стартерних АБ?
6. Як за виміряною щільністю електроліту можна визначити рівень розрядженості стартерної АБ?
7. Поясніть фізичну суть діагностування АБ за допомогою кадмієвого електрода.
8. У чому полягають особливості зберігання АБ?
9. Викладіть технологію контрольно-тренувального розряду АБ. З якою метою і коли його використовують?
10. Чим відрізняються процеси заряджання АБ при постійній силі струму, при постійній напрузі та комбінованим способом?
11. Розкрийте суть технології прискореного заряджання стартерних АБ.
12. Назвіть основні дефекти стартерних АБ та можливі причини їх виникнення.
13. Дайте характеристику видів ремонту стартерних АБ.
14. Поясніть відмінності технології контролю цілісності моноблоків АБ високою напругою та струмом від мережі.
15. Як перевіряють відремонтовані АБ на герметичність?
16. Поясніть будову та призначення генератора?
17. Які особливості мають генератори компактного виконання?
18. Розкрийте особливості будови та роботи безконтактних генераторів?
19. Наведіть і проаналізуйте струмошвидкісну характеристику автомобільних генераторних устатковок.
20. Перелічіть операції технічного обслуговування генераторів.
21. Назвіть можливі несправності генераторів. Які причини їх виникнення?
22. Викладіть алгоритм перевірки справності підшипників генератора.
23. Побудуйте блок-схему алгоритму попереднього діагностування (на автомобілі) генераторної установки типу 37.3701.
24. Розкрийте загальний алгоритм пошуку несправностей генераторної установки.
25. Як і за допомогою яких приладів перевіряють технічний стан обмоток генератора?
26. Розкрийте особливості технології розбирання-складання генераторів під час ремонту.
27. Подайте основні дефекти ротора генератора та поясніть технологію їх усунення під час ремонту.

28. Сформулюйте основні вимоги до відремонтованого ротора генератора.
29. Подайте основні дефекти статора генератора та поясніть технологію їх усунення під час ремонту.
30. Які дефекти характерні для кришок генераторів? Як їх усувають?
31. Перелічіть контрольовані параметри щіткового вузла генератора.
32. Як перевірити технічний стан регулятора напруги?
33. У чому полягає ремонт реле-регуляторів вібраційного типу?
34. Як перевірити технічний стан діодів блоку випрямлячів?
35. Розкрийте суть технології обкатування та випробування генераторів після ремонту. Назвіть основні контрольовані параметри відремонтованих генераторів.
36. Сформулюйте вимоги до проводів високої напруги.
37. Назвіть основні несправності високовольтних проводів.
38. Назвіть призначення та види запобіжників.

2. СИСТЕМА ЗАПУСКУ

2.1. Загальні відомості про систему запуску

Система запуску тракторів і автомобілів є комплексом засобів, що призначені для примусового провертання колінвала двигуна внутрішнього згоряння.

Тип системи запуску визначається видом енергії, що використовується, та конструкцією основного пускового пристрою. У практиці автотракторного та сільськогосподарського машинобудування зустрічаються інерційні, пневматичні та гідروпневматичні системи запуску. Однак найбільшого поширення набула компактна та надійна в роботі електро-стартерна система запуску. Вона складається з акумуляторної батареї, стартерного ланцюга (проводів, апаратури управління), власне стартера та засобів полегшення запуску.

Структурна схема системи запуску подана на рис. 2.1.

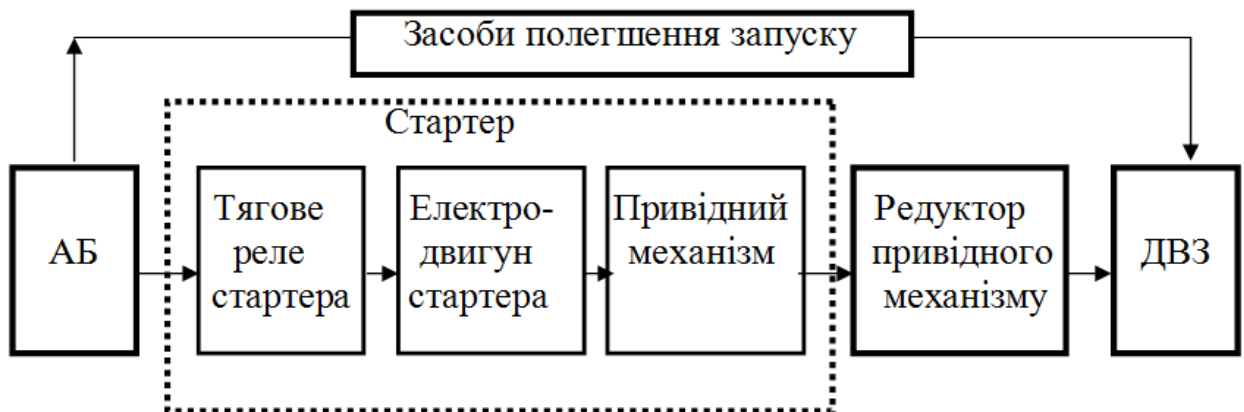


Рис. 2.1. Структурна схема системи електростартерного запуску

Акумуляторна батарея є спільним елементом систем електропостачання та запуску. Однак режим її роботи в цих системах різний. У системі електропостачання АБ працює в циклічному режимі заряду-розряду при незначних силах струму – до $I = (0,5 \dots 0,7) \cdot C_{20}$. У системі запуску АБ працює в короткочасному режимі при значних розрядних струмах $I = (2 \dots 5) \cdot C_{20}$.

2.2. Будова та призначення стартерів

Для запуску ДВЗ використовують стартери постійного струму з послідовним або змішаним збудженням, з електромагнітним реле та механізмом приводу (рис. 2.2).

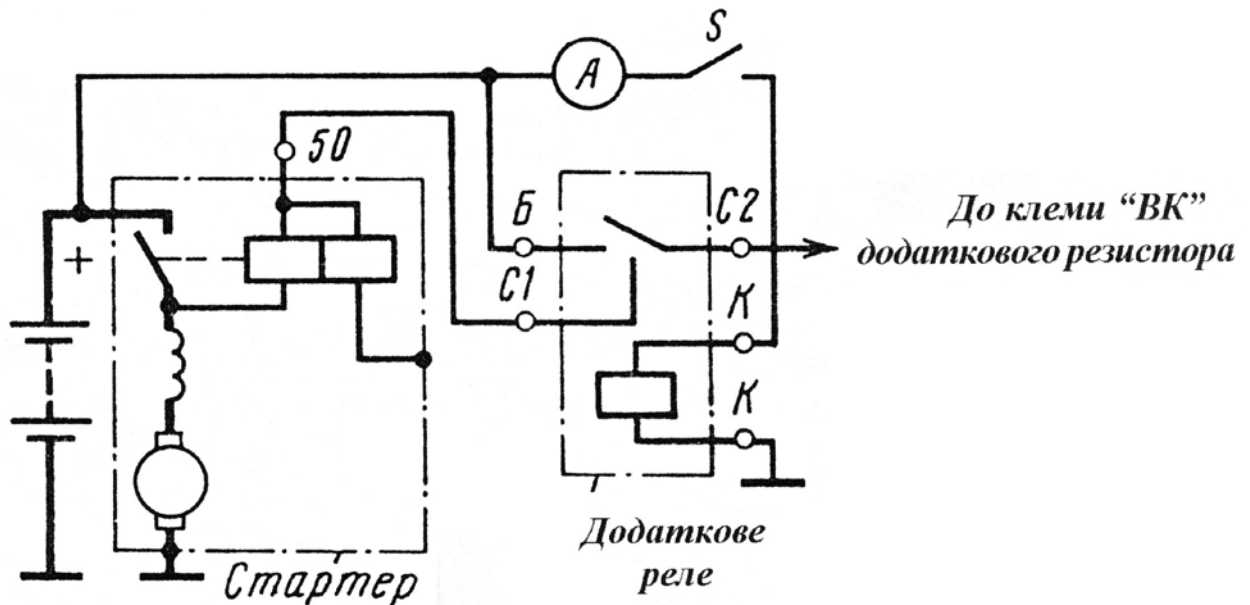


Рис. 2.2. Електрична схема під'єднання стартера СТ230-А1:

"Б" – вивід додаткового реле для під'єднання АБ; *"С1"*, *"С2"* – виводи контактів додаткового реле для керування колами; *"К"* – виводи обмоток додаткового реле стартера; *"S"* – ключ запалювання; *"50"* – вивід обмотки реле стартера

Для того щоб ДВЗ почав самостійно працювати, стартер повинен надати колінвалу певну початкову (пускову) частоту обертання. Пускова частота обертання бензинових двигунів становить 40...60 об./хв., а дизельних – 80...100 об./хв. Таким чином, для надійного запуску ДВЗ стартер повинен короткочасно з визначеною частотою провертати колінвал, долаючи істотний момент опору.

З метою збільшення крутного моменту при незначних габаритах стартера використовується понижуюча зубчаста передача з передатним відношенням 10...15.

Конструктивно стартер об'єднує електродвигун і механізм приводу з електромагнітним тяговим реле, муфтою вільного ходу і шестернею понижуючого редуктора.

Електродвигун стартера – постійного струму короткочасного номінального режиму роботи з тривалістю періоду незмінного навантаження до 10 с. Він живиться від акумуляторної батареї.

На ДВЗ встановлюють стартери з безпосереднім (механічним), дистанційним (електромагнітним) або інерційним включенням.

Основними вузлами стартера є (рис. 2.3): корпус 4, де встановлені котушки збудження 16 з полюсами; кришка з боку приводу 11, в якій встановлений важіль приводу 14; кришка з боку колектора 2; привід з муфтою вільного ходу 7; тягове реле 18; якір 17.

Обмотка збудження складається з двох паралельних відгалужень. Для стартерів з послідовним збудженням (СТ230) у кожне з відгалужень послідовно під'єднані дві котушки з мідного дроту. У стартерах зі змішаним збудженням (СТ130) в одне з відгалужень дві котушки під'єднані послідовно, а в інше – паралельно. Міжвиткова ізоляція забезпечується щільним папером. Окрім того, кожна котушка обмотана бавовняною стрічкою і просочена лаком. З одного боку два кінці паралельних відгалужень обмотки збудження приєднані разом до контактного болта 27, а з іншого – до щіток 20, що встановлені в ізольованих щіткотримачах 21 кришки 2. Дві інші щітки встановлені в щіткотримачах 21, що з'єднані з корпусом 4.

Якір 17 складається з вала, на який напресовано пакет пластин, і колектора 19. Пакет пластин має пази, в які вкладено мідні секції обмотки. Кінці секцій припаяні до пластин колектора в певному порядку. На одному кінці вала якоря є гвинтова нарізка, по якій переміщується привід з муфтою вільного ходу 7. Якір обертається в трьох бронзово-графітних підшипниках ковзання, що встановлені в кришках 2 і 11 корпуса та проміжній опорі 5.

На кришці 11 з боку приводу встановлено тягове реле 18, що складається із котушки, яка має дві обмотки – втягуючу (серієсну) 29 та утримуючу (шунтову) 28.

Після запуску двигуна частота обертання колінвала швидко досягає 1000 об/хв. Якщо при цьому обертовий рух через шестерню буде пере-

даватись назад до якоря стартера, то його частота обертання перевищить 10000 об./хв. Навіть короточасне обертання з такою частотою може стати причиною розносу обмоток і колектора якоря стартера. Тому обертовий рух від якоря стартера до шестерні передається через муфту вільного ходу лише в одному напрямі. У стартерах використовують переважно роликові та храпові муфти вільного ходу.

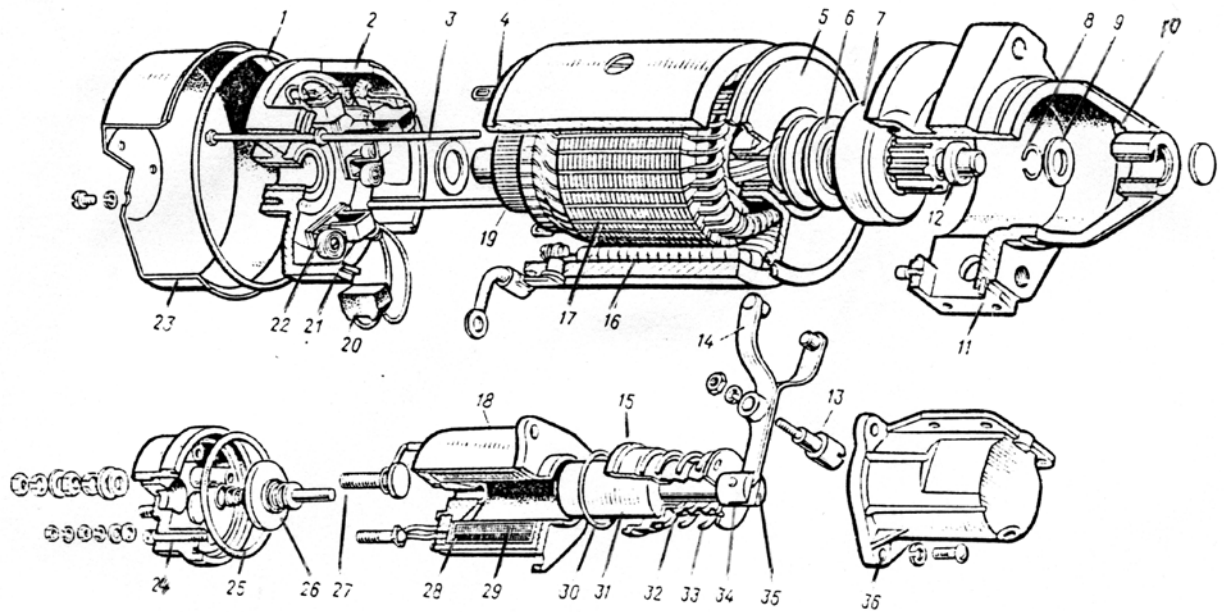


Рис. 2.3. Стартер СТ230-А1:

1, 25, 30 – ущільнювальні кільця; 2 – кришка з боку колектора; 3 – стяжний болт;
4 – корпус; 5 – проміжна опора; 6 – втулка; 7 – муфта вільного ходу; 8 – кільце стопорне;
9, 34 – шайби упорні; 10 – підшипник; 11 – кришка з боку приводу; 12 – втулка упорна;
13 – вісь важеля; 14 – важіль приводу; 15 – втулка; 16 – обмотка збудження; 17 – якір;
18 – тягове реле; 19 – колектор; 20 – щітка; 21 – щіткотримач; 22 – пружина щітки;
23 – захисний ковпак; 24 – кришка тягового реле; 26 – контактний диск; 27 – болт контактний;
28 – утримуюча обмотка; 29 – втягуюча обмотка; 31 – якір тягового реле;
32 – сильфон; 33 – пружина; 35 – шток; 36 – фланець кріплення тягового реле

Якщо повернути ключ увімкнення запалювання в положення пуску, замкнеться електричне коло і струм від АБ надійде в котушку тягового реле. Під дією електромагнітного поля двох обмоток якоря тягового реле 31 втягнеться і через важіль введе шестерню в зачеплення з маховиком, а в кінці ходу увімкне електричне коло стартера, вимкнувши при цьому втягуючу обмотку реле.

Після запуску двигуна слід негайно відпустити ключ увімкнення запалювання, що призведе до розриву електричного кола і вимкнення утримуючої обмотки тягового реле та стартера. Під дією зворотної пружини 33 якір тягового реле 31 переміститься в початкове положення та виведе шестерню приводу із зачеплення з вінцем маховика.

2.3. Технічне обслуговування системи запуску

Технічне обслуговування (ТО) системи запуску проводять під час чергового ТО машини, коли перевіряють кріплення стартера до двигуна і за необхідності підтягують болти, а також перевіряють надійність кріплення проводів до стартера та АБ. Технічне обслуговування стартерної АБ розглянуто в п.1.3, тому надалі зупинимось лише на операціях ТО стартера.

Стартер споживає значний струм, а тому навіть невеликі забруднення й послаблення кріплення контактів приводять до суттєвого спаду напруги та зменшення потужності стартера.

Стартери характеризуються доволі високою експлуатаційною надійністю і тому не вимагають частого технічного обслуговування та регулювання. Через визначений пробіг автомобіля або напрацювання трактора стартери знімають для перевірки їх технічного стану. Наприклад, стартери СТ-130А3 рекомендують знімати для перевірки технічного стану через 80 тис. км пробігу, а стартери 25.3708 – через 150 тис. км пробігу.

Під час перевірки технічного стану стартера контролюють наступні вузли та деталі: щітково-колекторний вузол; привід; тягове реле; електродвигун.

Знятий стартер очищають, продувають стиснутим повітрям. Далі знімають кришку з боку колектора, перевіряють стан щітково-колекторного вузла – висоту щіток, вільне, без заїдань, переміщення щіток у щіткотримачі, зусилля притискання щіток до колектора. Недостатньо жорсткі пружини замінюють новими.

Робоча поверхня колектора повинна бути чистою, гладкою, без слідів підгорянь. Забруднення та незначні підгоряння усувають ганчіркою, змоченою в бензині.

Сильні підгоряння усувають зачисткою шліфувальним папером зернистістю 5...12. Також притирають щітки до поверхні колектора. Для цього під щітки підкладають склопапір, обернений робочою поверхнею до щіток та пересувають його взад-вперед, відрегулювавши попередньо нормальний тиск щіток. Для правильного притирання кінці паперу слід відігнути вниз (рис. 2.4). Після притирання слід усунути залишки зерен склопаперу та вугільний пил за допомогою порохотяга.

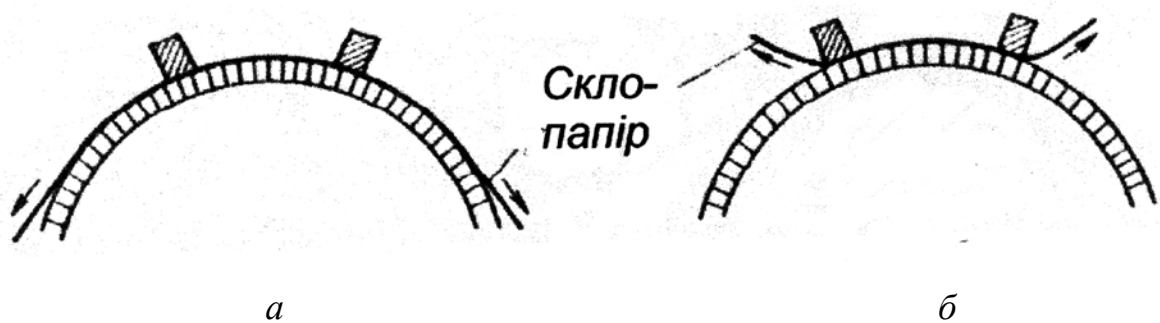


Рис. 2.4. Правильне (а) та неправильне (б) положення паперу під час зачистки колектора.

Якщо на колекторі є нерівності 0,2...0,5 мм, то його слід прошліфувати. Шліфують колектор дрібнозернистими каменями, які закріплюють нерухомо на супорті токарно-гвинторізного верстата (рис. 2.5). Оптимальна кругова швидкість колектора під час обробки лежить у межах 10...20 м/с. Шліфувати колектор можна також дрібнозернистим карборундовим кругом діаметром 150...300 мм. У такому разі круг повинен обертатись назустріч колектору, а подача повинна бути мінімальною.

За наявності на поверхні колектора нерівностей понад 0,5 мм її слід проточити. Проточують колектор при швидкості різання приблизно 90 м/хв. і при подачі не більше 0,05...0,1 мм на оберт. Під час проточування слід стежити, щоб діаметр колектора не став меншим за граничне значення, що регламентоване технічною документацією.

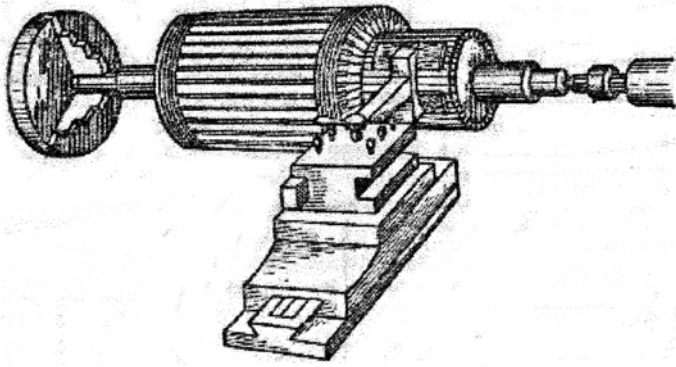


Рис. 2.5. Формування колектора на токарно-гвинторізному верстаті

Після проточування та шліфування колектор полірують. Полірування усуває сліди механічної обробки поверхні різцем або каменем, а також створює сприятливі умови для утворення на поверхні окисної плівки (“політури”), яка необхідна для правильної роботи колектора та щіток. Для полірування використовують дрібний скло-папір №00, який прикріплюють до дерев’яної колодки, форма якої підігнана до колектора за діаметром (рис. 2.6).

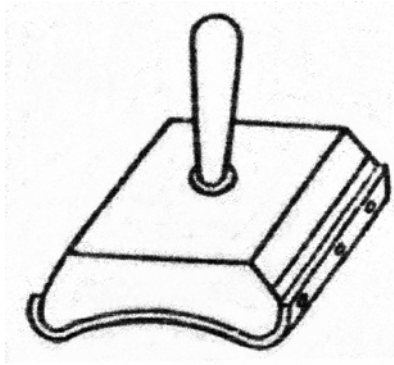


Рис. 2.6. Колодка для полірування колектора

Під час полірування колодку притискають до колектора, що обертається. Після досягнення гладкої поверхні колектора його прочищають та продувають стиснутим повітрям. Далі до колодки прикріплюють новий скло-папір, на який наносять тонкий шар чистого вазеліну, та продовжують полірування аж до отримання поверхні рівномірного темного кольору.

Шорсткість робочої поверхні колектора повинна бути $R_a=1,25$ мкм, а биття колектора відносно крайніх шийок вала – не більше 0,05 мм.

Перевіряють також осьовий та поперечний люфт вала якоря. Якщо люфт значний, то замінюють підшипники ковзання в кришках стартера.

Стан реле стартера перевіряють після зняття кришки. У разі підгоряння контактів їх зачищають дрібним шліфувальним папером, а в разі значного зносу та підгоряння болти повертають на 180° , а диск – перевертають.

Привід вала повинен вільно, без заїдань переміщатись по валу та повертатись у початкове положення під дією зворотної пружини. При важкому переміщенні привода стартера вал якоря очищають від бруду та змащують моторним маслом. Стартери, які мають маслянки та інші конструктивні елементи для введення мастил, вимагають під час ТО додаткового змащування. Після обслуговування перевіряють правильність регулювання приводу (див. рис. 2.19).

Електродвигун стартера перевіряють у режимі холостого ходу та повного гальмування.

Параметри режиму холостого ходу (частота обертання $n_{x.x}$ і сила струму $I_{x.x}$) уможливають перевірку якості складання стартера. Їх знімають після того, як стартер пропрацював у режимі холостого ходу 20...30 с. Неякісне складання (наприклад, важке прокручування якоря в підшипниках) зумовлює збільшення споживаної потужності в режимі холостого ходу і, як наслідок, зростання $I_{x.x}$ та зменшення $n_{x.x}$ порівняно з нормативними значеннями. У цьому режимі виявляють також і електричні несправності. Наприклад, збільшення сили струму $I_{x.x}$ при одночасному зменшенні частоти обертання якоря $n_{x.x}$ може бути наслідком міжвиткового замикання обмотки якоря, а міжвиткове замикання обмотки збудження супроводжується зростанням частоти обертання якоря.

Випробування в режимі холостого ходу (рис. 2.7) доцільно проводити при відкритому щітково-колекторному вузлі для візуального спостереження за його роботою. Під час роботи щітки не повинні помітно переміщатись у щіткотримачі, оскільки це є свідченням підвищеного биття колектора або ж виступання ізоляції над його поверхнею.

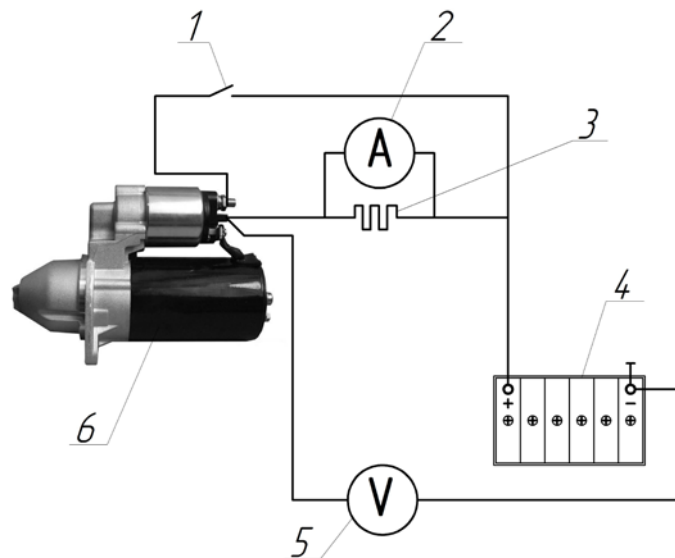


Рис. 2.7. Схема підключення стартера для випробування в режимі холостого ходу:

1 – вимикач; 2 – амперметр; 3 – шунт; 4 – АБ; 5 – вольтметр; 6 – стартер

Однак найбільш повно електричні несправності виявляються в режимі повного гальмування, який створюють на стендах Э-211, Э-240 або 532М. Для цього можна скористатись схемою підключення стартера для випробування на холостому ходу (рис. 2.7), однак додатково слід застосувати навантажувальний пристрій, оснащений вимірювачем крутного моменту (рис. 2.8).

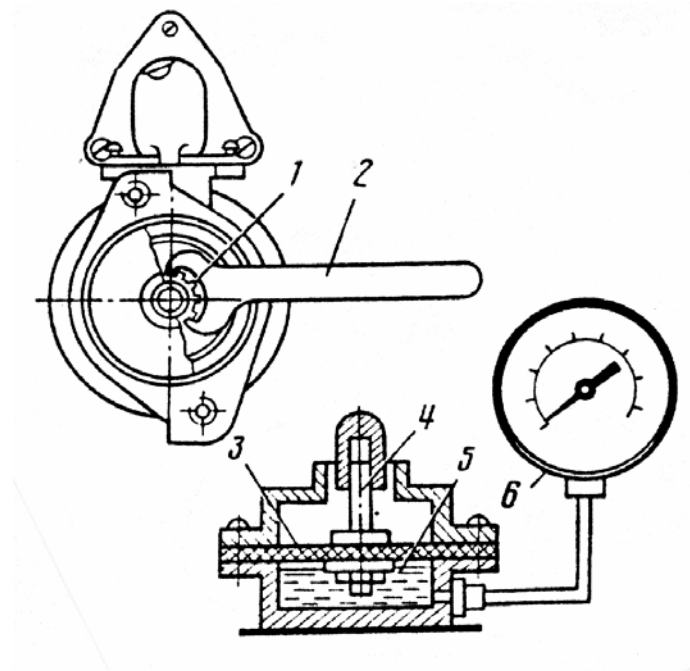


Рис. 2.8. Пристрій для визначення крутного моменту стартера

Важіль 2 такого пристрою закріплюють на шестерні 1 стартера. Під час включення стартера зусилля від шестерні через важіль 2 передається на шток 4, який, деформуючи діафрагму 3, створює тиск масла 5, що фіксується манометром 6, шкала якого проградуїрована в одиницях крутного моменту.

У разі поганого контакту між щітками й колектором сила струму $I_{ст}$ та крутний момент $M_{ст}$ зменшуються відносно нормативних значень. Замикання обмоток якоря на корпус або ж міжвиткове замикання обмотки збудження виявляються в зменшенні крутного моменту $M_{ст}$ за одночасного зростання сили струму $I_{ст}$.

Позастендові випробування стартера не дають можливості забезпечити необхідну напругу живлення. Тому отримані за показами манометра значення крутного моменту слід порівняти з розрахунковим:

$$M_{cm} = a I_{cm} - b,$$

де a і b – коефіцієнти, що залежать від типу стартера та визначаються із залежності $M_{ст} = f(I_{ст})$, що будується за даними технічних умов.

Якщо крутний момент за показами пристрою не менший від розрахункового, стартер вважають справним.

Під час випробовувань тривалість включення стартера в режимі повного гальмування не повинна перевищувати 10 с.

2.4. Ремонт стартерів

Можливі несправності стартерів подані в таблиці 2.1.

Під час ремонту стартери розбирають у наступній послідовності:

- зняти захисний кожух;
- вийняти щітки зі щіткотримачів;
- відкрутити стяжні гвинти та зняти кришку з боку колектора;
- від'єднати провід тягового реле;
- зняти корпус стартера;
- зняти вісь важеля приводу;

Можливі несправності стартерів, причини їх виникнення та способи усунення

Зовнішній прояв несправності	Причини виникнення	Способи усунення
1	2	3
При включенні стартер не включається	Коротке замикання або обрив втягуючої обмотки тягового реле	Замінити тягове реле
	Обрив або відсутність контакту в колі живлення	Відновити контакт
	Відсутність контакту між щітками та колектором	Протерти колектор ганчіркою, змоченою в бензині, замінити щітки або пружини щіток
При включенні стартера не спрацьовує тягове реле	Обрив або коротке замикання обмотки реле	Перемотати обмотку реле
	Обрив втягуючої обмотки тягового реле	Замінити тягове реле
Під час включення стартера повторюються потріскування тягового реле та удари шестерні приводу об вінець маховика	Ненадійний контакт у колі тягового реле стартера, порушене регулювання стартера	Усунути несправність у контактному з'єднанні
	Несправна обмотка або контактне з'єднання реле	Замінити реле, перемотати обмотку
При включеному стартері чути шум шестерні приводу	Неправильне регулювання моменту замикання контактів тягового реле	Відрегулювати зазор між шестернею та упорною шайбою в момент включення стартера
Шестерня приводу не входить у зачеплення з вінцем маховика при правильному регулюванні реле	Забиті торці зубів шестерні приводу стартера або вінця маховика	Зачистити пруги на зубах, замінити вінець маховика або шестерню приводу стартера, відновити зуби
Якір стартера обертається, але не провертає колінвал	Невірне регулювання стартера	Відрегулювати стартер
	Несправний привід	Замінити тягове реле
	Поломка зубів шестерні приводу або вінця маховика	Замінити вінець маховика або шестерню приводу, відновити зуби

- вийняти якір, зняти цапфи вала якоря, регулювальні шайби, пружинне кільце, упорну втулку та привід;
- зняти тягове реле, кришку реле, шайбу та контактний диск;
- відкрутити полюсні гвинти та зняти обмотки збудження.

Для розбирання стартерів використовують спеціальні стенди, наприклад, стенд моделі 6606-31 (рис. 2.9). Цей стенд складається з пристрою для зняття стопорних кілець 1, власне пристосування для розбирання стартерів 2, пристосування для випресування втулок з боку приводу 3, пристосування для випресування глухих втулок 4, пристосування для випресування втулок із проміжного підшипника 5, гайкокрута з насадкою для відкручування стяжних шпильок, гідроагрегата 7 і рами, на якій змонтовані всі вузли стенда.

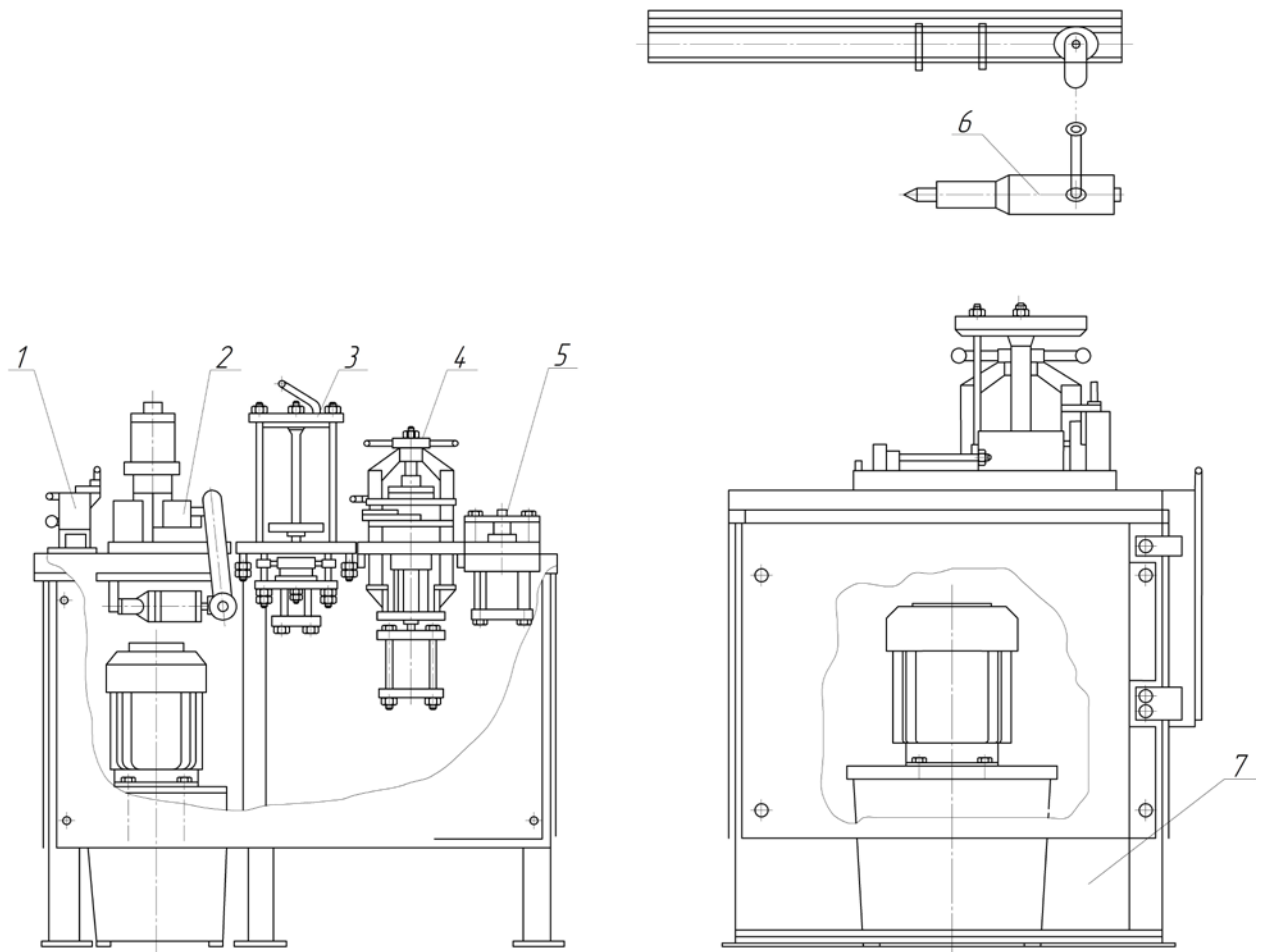


Рис. 2.9. Стенд для розбирання стартерів, модель 6606-31

Після розбирання стартера за допомогою контрольної лампи слід переконатися у відсутності короткого замикання котушок збудження на корпус. Для цього необхідно контрольну лампу, включену в коло змінного струму 220 В, під'єднати до корпусу і виводу, розташованого на корпусі (рис. 2.10). Якщо лампа загориться, значить пошкоджена ізоляція котушок збудження.

У цьому випадку необхідно пронумерувати полюси котушок. За допомогою спеціального пристосування відкрутити гвинти кріплення полюсів (рис. 2.11) і зняти обмотки збудження. Пошкоджені місця ізоляції відремонтувати ізоляційною стрічкою. Після цього полюси і котушки встановити на свої місця. Гвинти полюсів закертити.

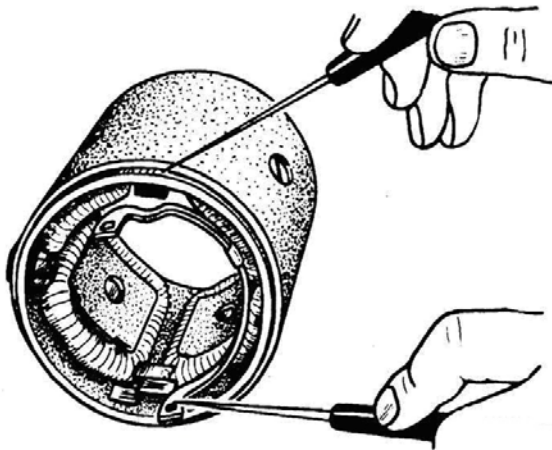


Рис. 2.10. Перевірка котушок збудження стартера на коротке замикання з корпусом

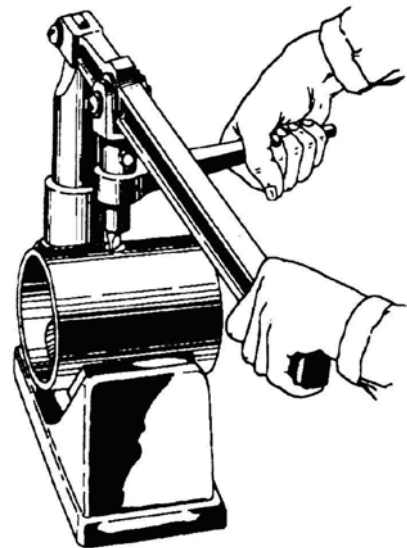


Рис. 2.11. Відкручування гвинтів кріплення полюсів стартера

Перевірити якір стартера (як і якір генератора) можна на приладі Е-236 (рис. 2.12). Для цього потрібно встановити на призму 5 приладу якір: включити прилад у мережу з напругою 220 В; вимикач 1 повернути у положення І; щупом 7 (із конічним наконечником) перевірити ізоляцію колектора відносно маси (рис. 2.13, а). Ізоляцію перевіряють, торкаючись одним контактним щупом до вала, а іншим – по черзі до кожної пластини колектора. При порушенні ізоляції колектора на приладі загоряється контрольна лампа 3.

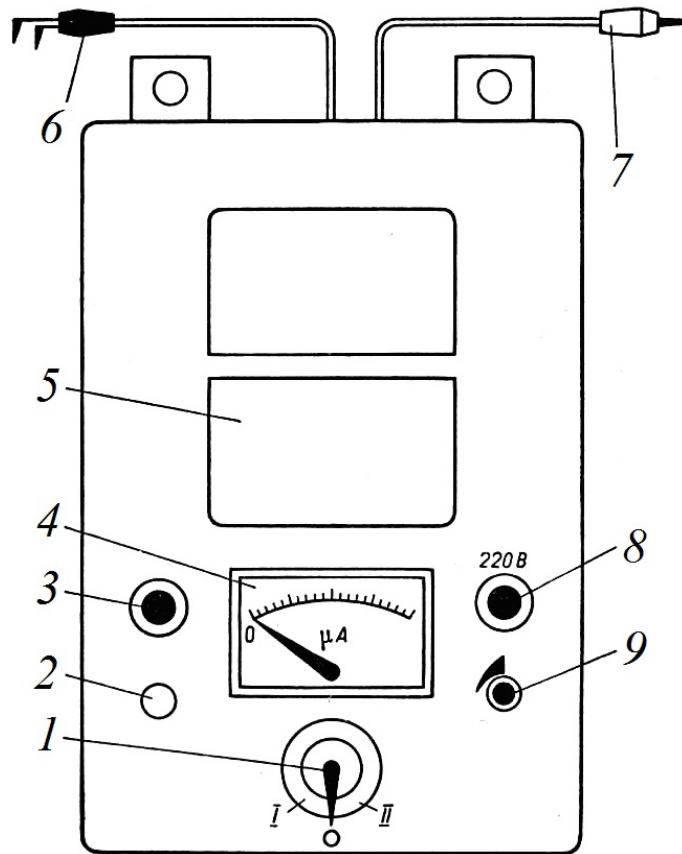


Рис. 2.12. Загальний вид прилада Е-236 для перевірки якорів генераторів і стартерів:

1 – вимикач; 2 – запобіжник; 3 – контрольна лампа; 4 – міліамперметр; 5 – призма приладу; 6 – щуп для перевірки обмотки якоря; 7 – щуп для перевірки обмотки на коротке замикання; 8 – контрольна лампа (220 В); 9 – ручка для встановлення стрілки міліамперметра на «Нуль»

Для визначення короткозамкнутої секції якоря використовують стальну пластину, якою легко торкаються до поверхні якоря, повертаючи його рукою (рис. 2.13, б). У разі короткого замикання в одній із секцій якоря стальну пластину притягне до неї.

З цією ж метою можна також використати і прилад Э-236. Вимикач 1 (рис. 2.12) повернути в положення II і щупом 6 перевірити обрив або міжвиткове замикання. Щупом 6 торкнутися двох поруч розміщених ламелей і, повертаючи якір, стежити за показами міліамперметра 4. При наявності дефектів його покази змінюватимуться на кожній новій парі ламелей. Якщо у ланцюгу колектора понад два обриви, то стрілка міліамперметра вкаже на «0». (рис. 2.13, в).

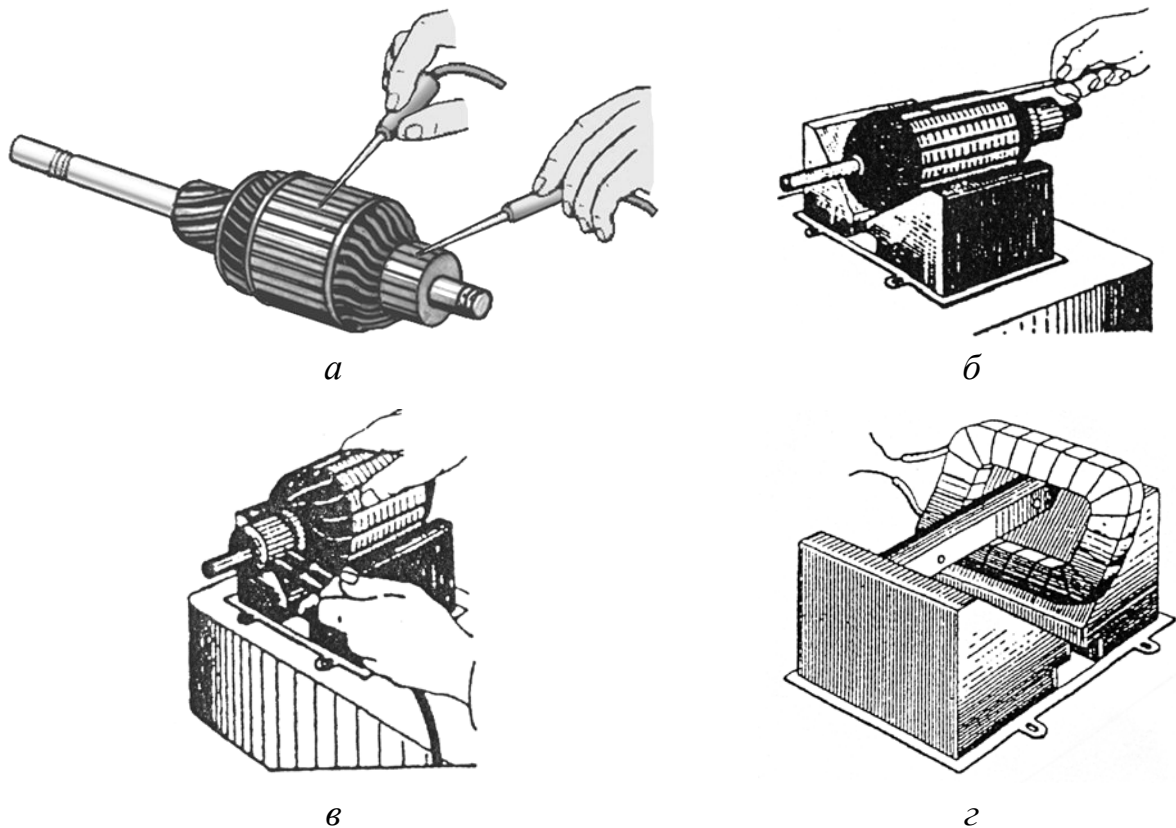


Рис. 2.13. Перевірка обмоток стартера:

- а – обмоток якоря на відсутність короткого замикання “на масу”;
 б, в – обмоток якоря на відсутність міжвиткового замикання;
 г – обмотки збудження на відсутність міжвиткового замикання*

Перевірку обмоток збудження стартерів на відсутність міжвиткового замикання, а також на обрив здійснюють за допомогою омметра або на приладі Э-236 (рис. 2.13, г). Для цього котушку надягають на накладку, встановлюють у прилад і подають змінний струм в обмотку трансформатора приладу. Якщо через 5 хв. котушка не нагрілась, то короткого замикання в ній немає.

Під час ремонту обов’язково перевіряють стан поверхонь шліців і цапф валу якоря. На шліцах не повинно бути задирів, забоїн і зносу. Якщо на поверхні цапфи валу є сліди жовтого кольору від втулок шестерні, які можуть стати причиною заїдання шестерні на валу, їх видаляють дрібнозернистим шліфувальним папером.

Найпоширеніша несправність приводу стартера – це заклинювання або пробуксовування муфти вільного ходу.

Перевірку муфти на пробуксовування проводять, прокручуючи шестірню приводу відносно шліцевої втулки в спеціальному пристосуванні (рис. 2.14).

Під час перевірки муфти вільного ходу встановлюють у пристрій так, щоб шестірня 3 увійшла в шліци 4 нерухомо закріпленої основи 5. Далі динамометричним важелем 1 шестірню 3 муфти повертають відносно шліцевої втулки 2. Шестірня повинна вільно повертатись відносно шліцевої втулки в одному напрямі та не провертатись (при прикладанні моменту, який в 2,5 раза перевищує номінальний момент стартера при повному гальмуванні) в іншому.

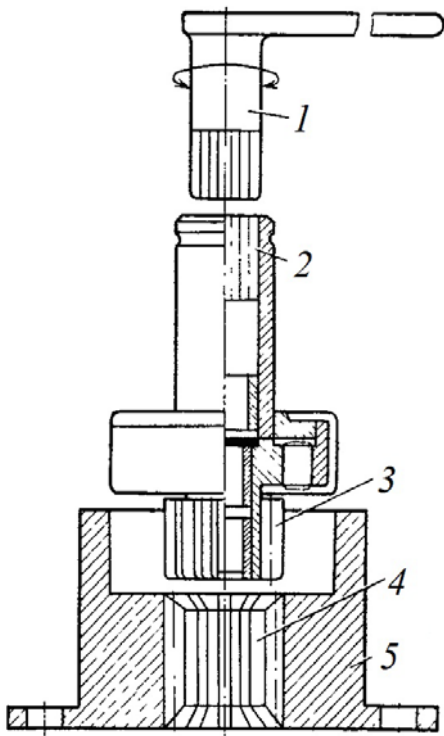


Рис. 2.14. Пристрій для перевірки муфти вільного ходу:

1 – важіль динамометричний;
2 – втулка; 3 – шестірня; 4 – шліци основи; 5 – основа

Під час ремонту потрібно оглянути робочу поверхню колектора, щоб виявити підгорання, та перевірити биття колектора відносно цапф вала (рис. 2.15).

Виявлені забруднення або підгорання поверхні зачищують дрібнозернистим шліфувальним папером. При значному пошкодженні поверхні або її битті понад 0,06 мм, необхідно проточити колектор на токарному верстаті, знімаючи якомога менший шар металу. Технічні умови обмежують мінімальний діаметр, до якого можна проточувати колектор.

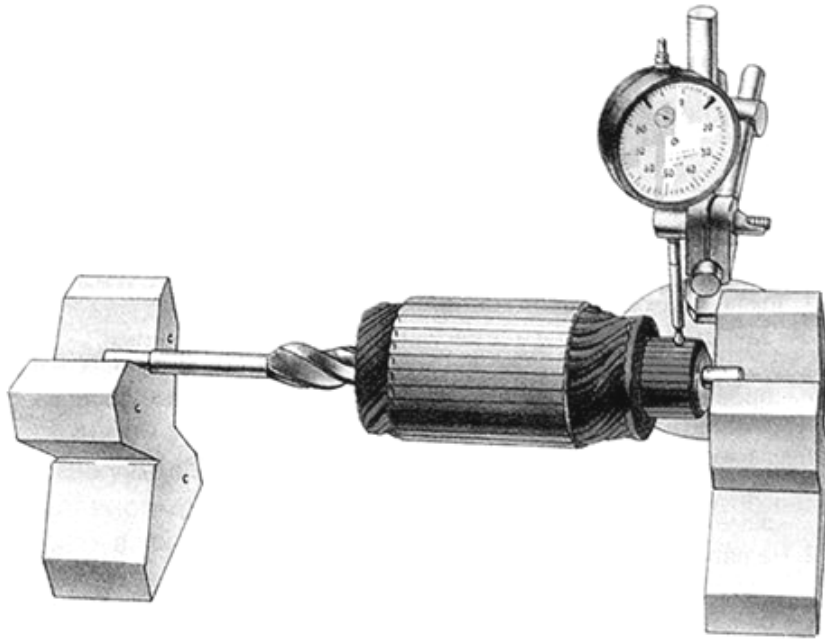


Рис. 2.15. Перевірка биття колектора за допомогою індикатора

Після проточування колектор шліфують дрібнозернистим шліфувальним папером.

Далі перевіряють биття осердя щодо цапф вала. Якщо биття перевищує 0,08 мм, то необхідно замінити якір.

Також за допомогою контрольної лампи перевіряють замикання ізолюваних щіткотримачів на корпус (рис. 2.16).

Під час ремонту необхідно перевірити висоту щіток і пружність пружин. Зношені щітки та пошкоджені пружини замінюють новими.

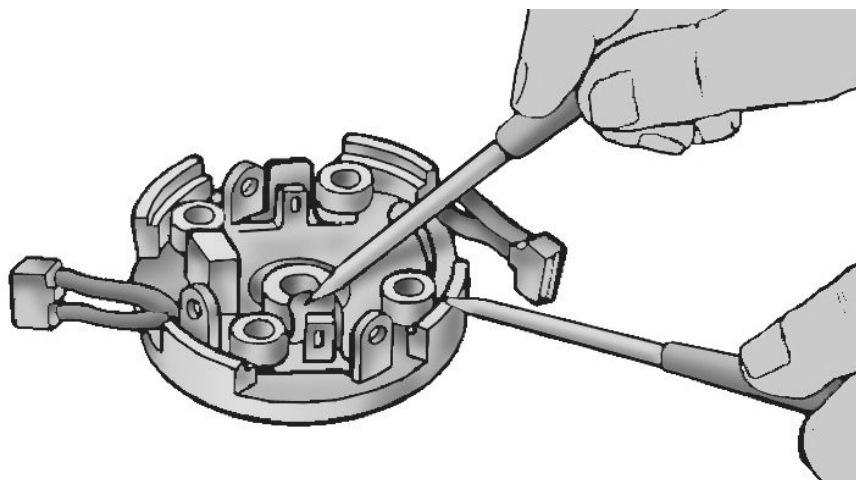


Рис. 2.16. Перевірка замикання ізолюваних щіткотримачів на корпус

Корпус стартера може мати наступні дефекти (рис. 2.17):

- пруги та забоїни на поверхнях прилягання кришок 1. Їх усувають зачисткою надфілем;
- пошкодження прорізів під викрутку біля гвинтів кріплення полюсів 8. Цей дефект вимагає заміни гвинтів;
- пошкодження ізоляції контактного болта або його різьби 7. Пошкоджену ізоляцію замінюють новою;
- облом клеми вивідного контакту 6. Обломану клему замінюють новою;
- замикання котушок на корпус або міжвиткове замикання 5. Пошкоджену ізоляцію замінюють новою;
- відпаювання або облом з'єднувальних шин 2. Цей дефект усувають зварюванням їх встик або ж паянням припоєм ПОССу-61 з наступною ізоляцією на довжині 30 мм.

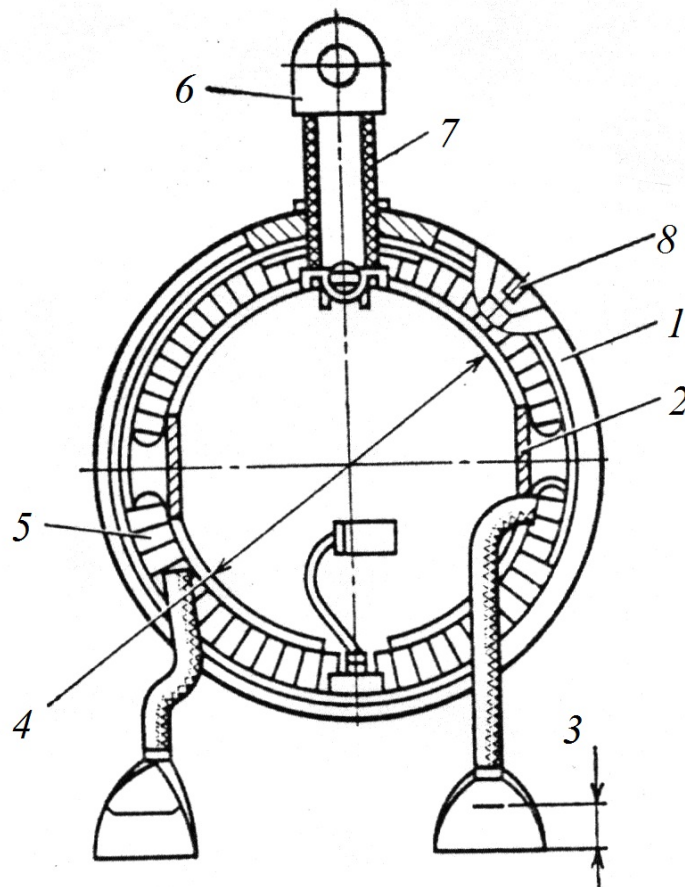


Рис. 2.17. Основні дефекти корпусу стартера

- задири поверхонь корпусів або порушення міжполюсної віддалі 4. Цей дефект усувають пропилюванням з обов'язковою підтяжкою полюсних гвинтів. Коли внаслідок обробки міжполюсна віддаль збільшилась понад допустимі межі, то звільняють полюсні гвинти і між полюсним осердям і корпусом встановлюють прокладку відповідної товщини та розточують полюсні осердя на токарному верстаті до номінального розміру. Якщо компенсувати знос полюсних осердь неможливо, їх замінюють новими;
- знос щіток 3 або їх пружин. Зношені щітки та пружини замінюють новими.

Після ремонту корпус стартера повинен відповідати наступним вимогам:

- неконцентричність внутрішньої поверхні полюсів і внутрішньої поверхні корпуса не повинна перевищувати 0,1 мм;
- неперпендикулярність осі внутрішньої поверхні полюсних осердь до торців корпуса не більше 0,25 мм.

Основні дефекти *якоря* стартера подані на рис. 2.18:

- знос і задири на поверхні заліза якоря 12 усувають зачисткою. Якщо діаметр якоря 1 менший заданого D , то якір вибраковують;
- якщо вал погнутий, то його випресовують та правлять;
- знос (у межах 0,3...3,0 мм) або обгоряння колектора 2 має механічну або електроерозійну природу. Зустрічається у 31...57% стартерів.

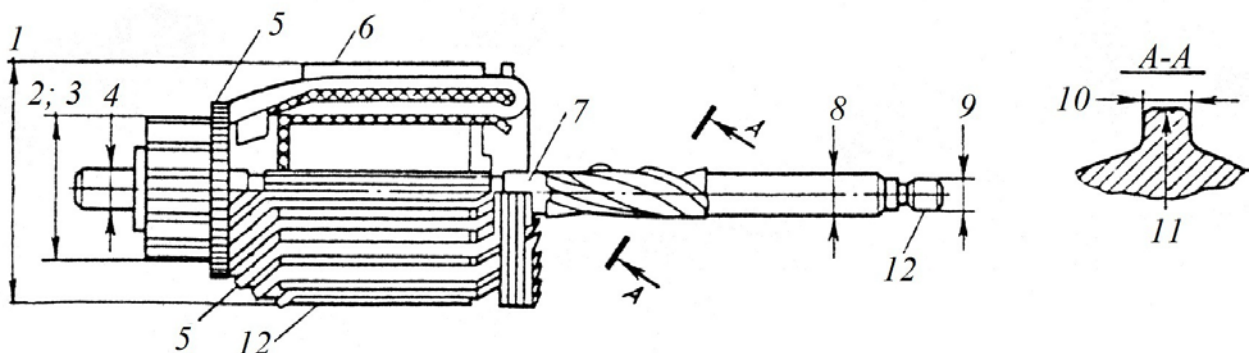


Рис. 2.18. Основні дефекти якоря стартера

Цей дефект, а також значне биття 3, ремонтують проточуванням з наступним шліфуванням. Якщо діаметр колектора менший заданого d , то відновити його можна мідненням. Для цього використовують електроліт із сірчаноокислої міді (150...200 г/л) і сірчаної кислоти (40...50 г/л), а анодами служать пластини з міді марок М-1 або М-2. Міднення виконують при густині струму $D = 1...2 \text{ А/дм}^2$ і температурі $t = 18...25^\circ \text{ С}$;

- у разі зносу зовнішньої нарізки як за товщиною 10, так і за діаметром 11, а також у разі обриву секцій обмотки із задирами пазів якір вибраковують;
- відпаяні секції колектора 5 припаюють припоєм ПОССу-40. При послабленні кріплення обмотки в пазах їх розчekanюють до отримання необхідної щільності посадки. Деформацію лобової частини обмотки усувають правкою;
- зношені шийки вала 4, 7, 8, 9 відновлюють залізненням або електролітичним натиранням. Високу якість забезпечує також електроконтактна наплавка з наступною обробкою до номінальних розмірів (рис. 2.19);
- пошкодження ізоляції 6, замикання витків обмотки на корпус або між собою ремонтують заміною ізоляції. Обмотку якоря ізолюють прокладанням у пазах ізоляційного матеріалу: знизу – електротехнічного картону ЭВС товщиною 0,33...0,44 мм, а зверху – картону ЭВП товщиною 0,28...0,33 мм. При цьому розчekanюють кінці секцій та припаюють до колектора припоєм ПОССу-40.

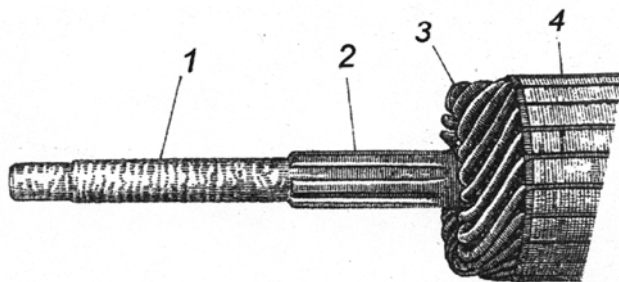


Рис. 2.19. Якір стартера, відновлений електроконтактною наплавкою:

1 – наплавлена частина вала; 2 – шліци; 3 – лобові частини обмотки; 4 – осердя

Для розчekanки секцій обмоток можна використати стенд моделі Т-285 (рис. 2.20), який складається зі станини 1, електродвигуна 11, клинопасової передачі 10, шпindelної коробки 3, опорної стійки 6, пневмоциліндра 7, направляючої 8 і притискного пристрою 9.

Зачеканка проводиться фрезою 5, яка встановлена на валу шпindelної коробки. На другому валу коробки, що обертається назустріч фрезі, розміщено патрон 4, в який встановлюють колектор якоря. Притискання якоря до фрези у вертикальному напрямі забезпечується пневмоциліндром, а в горизонтальному напрямі – при натисканні на педаль 2 притискного пристрою.

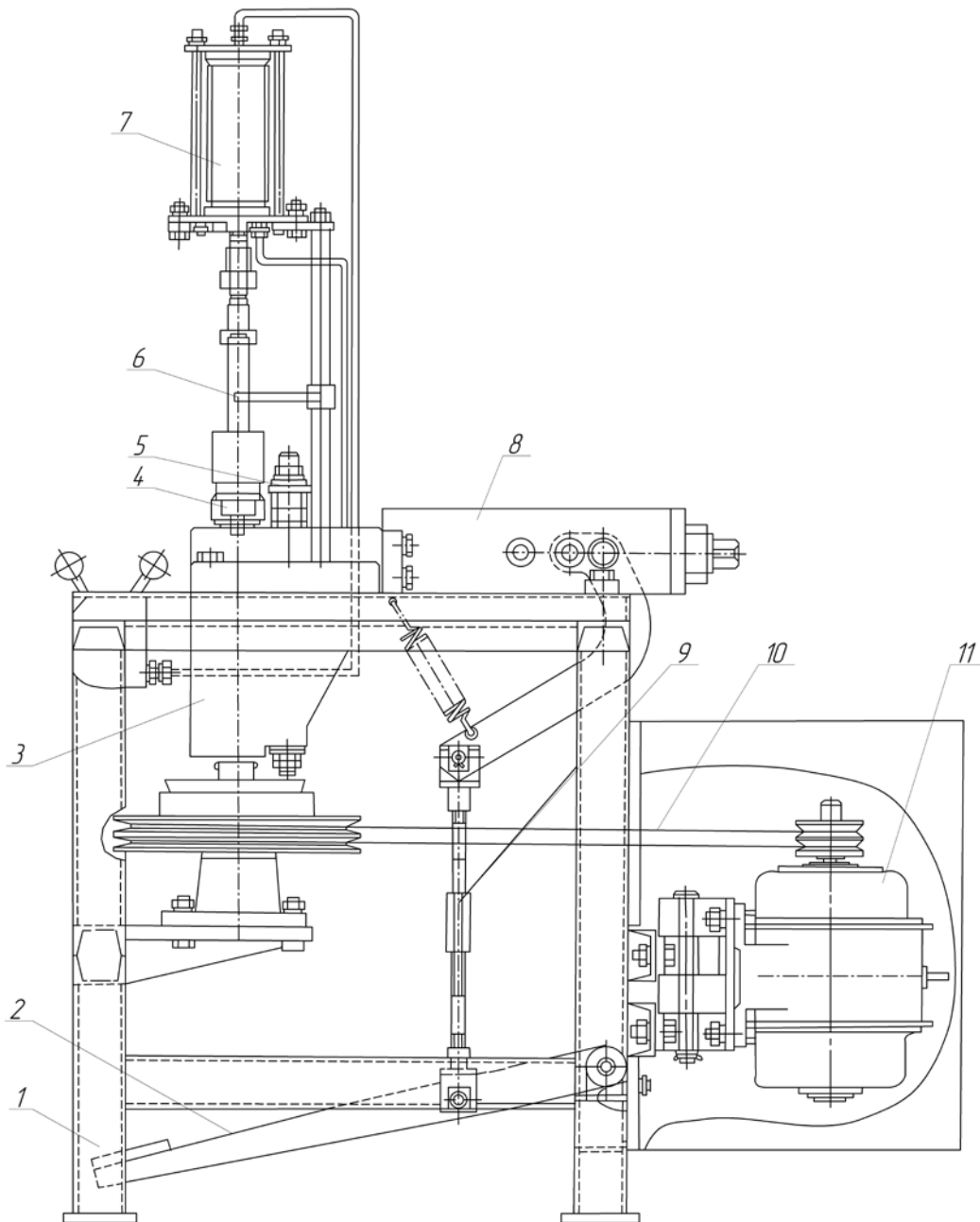


Рис. 2.20. Стенд для зачеканки секцій колекторів стартерів, модель Т-285

Якір встановлюють у гніздо патрона, при цьому його вал опирається на тримач стійки 5 і притискається штоком пневмоциліндра.

Включивши електродвигун приводу фрези та натискаючи на педаль, фрезу підводять до колектора та здійснюють зачеканку.

Після її завершення виключають електродвигун, відводять фрезу та, піднявши шток вверх, знімають якір зі стенда.

Далі обмотку просочують лаком ГФ-95. Для цього використовують установку моделі 6506-20 (рис. 2.21). Установка складається із двох спарених ванн: лівої 2 для просочування якорів генераторів і правої 1 для просочування якорів стартерів. Кожна із ванн поділена горизонтальною перегородкою 3 на два відсіки. Лак для просочування є в нижній частині, під дією стиснутого повітря витискається у верхню частину, де встановлюють якорі. У ванні для просочування якорів генераторів одночасно вертикально встановлюють тридцять шість якорів колекторами вниз.

Ванна для просочування якорів стартерів є відкрита. Одночасно обробляють три якорі, які встановлюються горизонтально в гнізда спеціального пристосування 7. Для забезпечення можливості встановлення якорів стартерів різних моделей віддалі між гніздами може змінюватись залежно від потреби за допомогою гвинта, що приводиться в обертовий рух маховиком 8.

Під час просочування якорі стартерів обертаються, що дає можливість досягнути рівномірного розподілу лакового покриття. Обертання якорів здійснюється від ручного приводу, який складається із трьох валів 10, шестеренчастої передачі 6 і трьох прогумованих барабанів 11.

Під час просочування ванна закривається кришкою 5 і включається зонт 4.

Керування подачею стиснутого повітря здійснюється двома кранами 9.

Для сушіння лакового покриття можна скористатись установкою моделі 6506-27 (див. рис. 1.48).

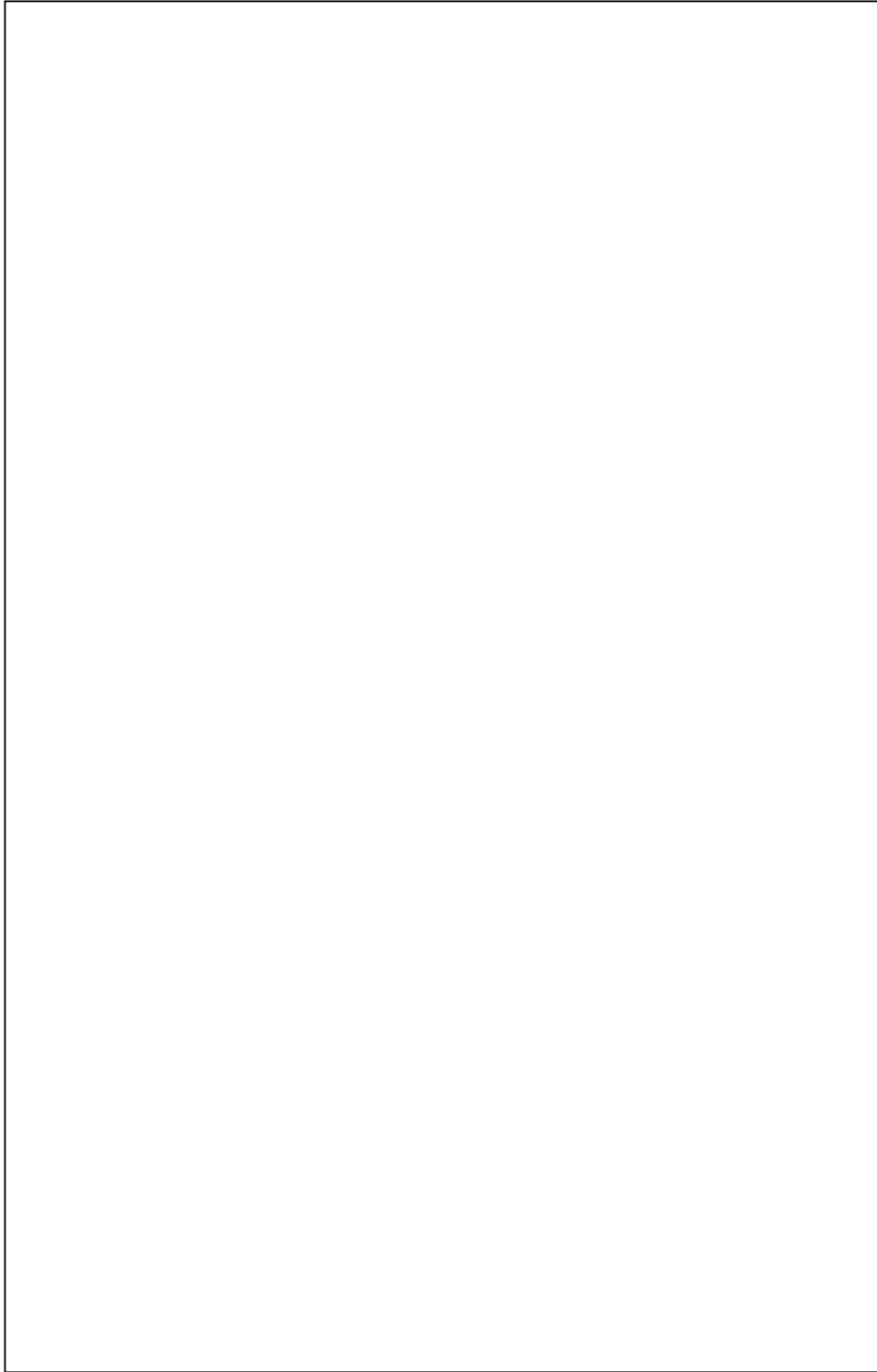


Рис. 2.21. Установка для просочування якорів генераторів і стартерів,
модель 6506-20

Бандажування секцій проводять чотирма витками бавовняного шнура. Бандаж змазують клеєм БФ-2 або БФ-4, додаючи до нього 25 вагових частин цинку.

Після ремонту якір повинен відповідати наступним технічним вимогам:

- відсутність міжвиткового замикання і замикання “на масу”;
- при обертанні з частотою 10 000 об./хв. впродовж 1 хв. обмотки секцій, колектор, місця з’єднання повинні залишатись на місці.

Тріщини в *кришках* стартерів, виготовлених з алюмінієвих сплавів, можна відновлювати газовим зварюванням при куті нахилу пальника 20...40° і куті нахилу присадкового дроту 45°. Як присадковий матеріал використовують зварювальний дріт діаметром $\varnothing 3...6$ мм з алюмінієвих сплавів. Для запобігання утворенню окисної плівки використовують флюс, який складається з 50 % хлористого калію, 28 % хлористого натрію, 14 % хлористого літію і 8 % фтористого натрію (за масою). У разі зварювання без флюсу окисну плівку під час розплавлення металу видаляють механічним способом.

Якщо втулки вала якоря зношені, їх замінюють новими. Перед запресуванням нових міднографітних втулок їх слід добре просушити при температурі 100...150° С впродовж однієї години, а далі просочити моторним маслом, нагрітим до температури 180...200° С впродовж двох годин.

Після запресування втулок їх розвертають на стенді моделі 6606-164 (рис. 2.22). Стенд моделі 6606-164 складається з основи 1, двох головок 3, кондуктора 2 для розвертання вкладишів у кришках з боку колектора і кондуктора 4 для розвертання вкладишів у кришках з боку привода. Кожна головка 3 оснащена електродвигуном, від якого крутний момент передається шпинделям через клинопасову передачу (частота обертання шпинделів $n = 290$ об./хв.). Подача шпинделів здійснюється вручну.

Кондуктор для розвертання вкладишів у кришках з боку привода складається з основи з кондукторною втулкою та ексцентрикового затискача для фіксації кришки.

Кондуктор для розвертання вкладишів у кришках з боку колектора складається із пневмоциліндра 10, повзуна 9, нижньої плити 5, рухомої верхньої плити 7 з трьома кондукторними втулками 8 (для стартерів різних моделей). Встановлення верхньої плити в потрібне положення здійснюється ходовим гвинтом, а фіксація – фіксатором 6.

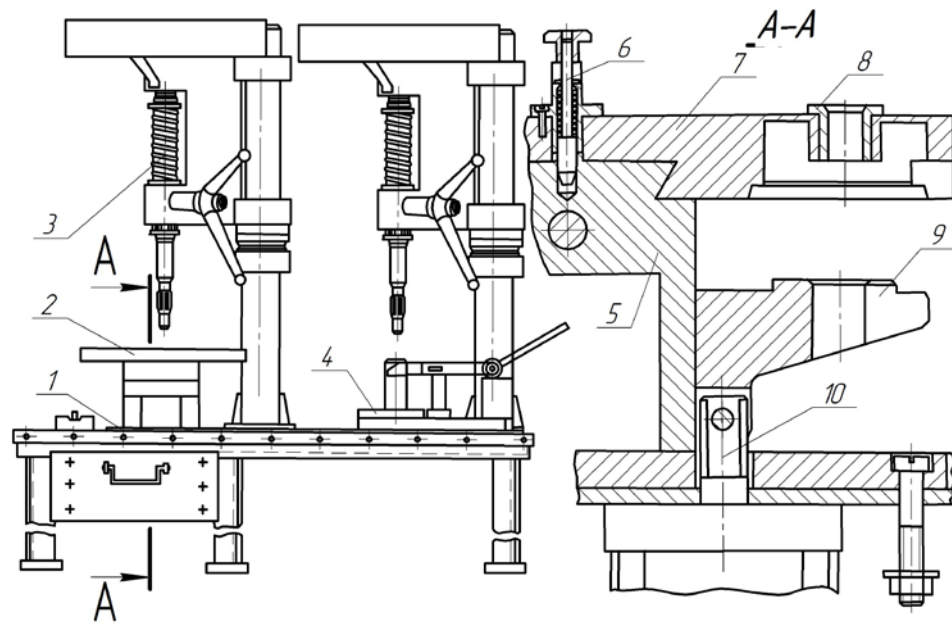


Рис. 2.22. Стенд для розвертання вкладишів у кришках стартерів, модель 6606-164

Після ремонту окремих деталей стартер складають. Підшипники, пальці, а також всі тертьові поверхні змащують мастилом ЦИАТИМ-203, ущільнювальні кільця та шайби – мастилом ЦИАТИМ-201 або ЦИАТИМ-202. Конусні поверхні під полюсні гвинти вкривають шпатлівкою НЦ-00-В.

Для складання стартерів застосовують стенд моделі 6606-162 (рис. 2.23).

На верстаку 1 стенда встановлено пристосування для закернювання полюсних гвинтів 5, призма-підставка 4 для складання корпусів і прес для запресування вкладишів у кришки стартерів, ящик 2 для дрібних деталей, підвіска 3 для шурупокрута И-160, підвісні ящики 7, гідроагрегат 6 типу Г1Б2.

Після складання перевіряють наявність осьового люфту якоря, який не повинен перевищувати 0,015 мм, тиск пружин на щітку, а також роботу приводу – він повинен вільно переміщуватись по гвинтовій нарізці та повертатись у початкове положення під дією пружини.

Контролюють також розташування шестерні привода відносно фланця стартера у виключеному стані (рис. 2.24, а) і осьовий зазор між торцем шестерні або втулки привода та упорною шайбою при повністю втягнутому якорі тягового реле (рис. 2.24, б).

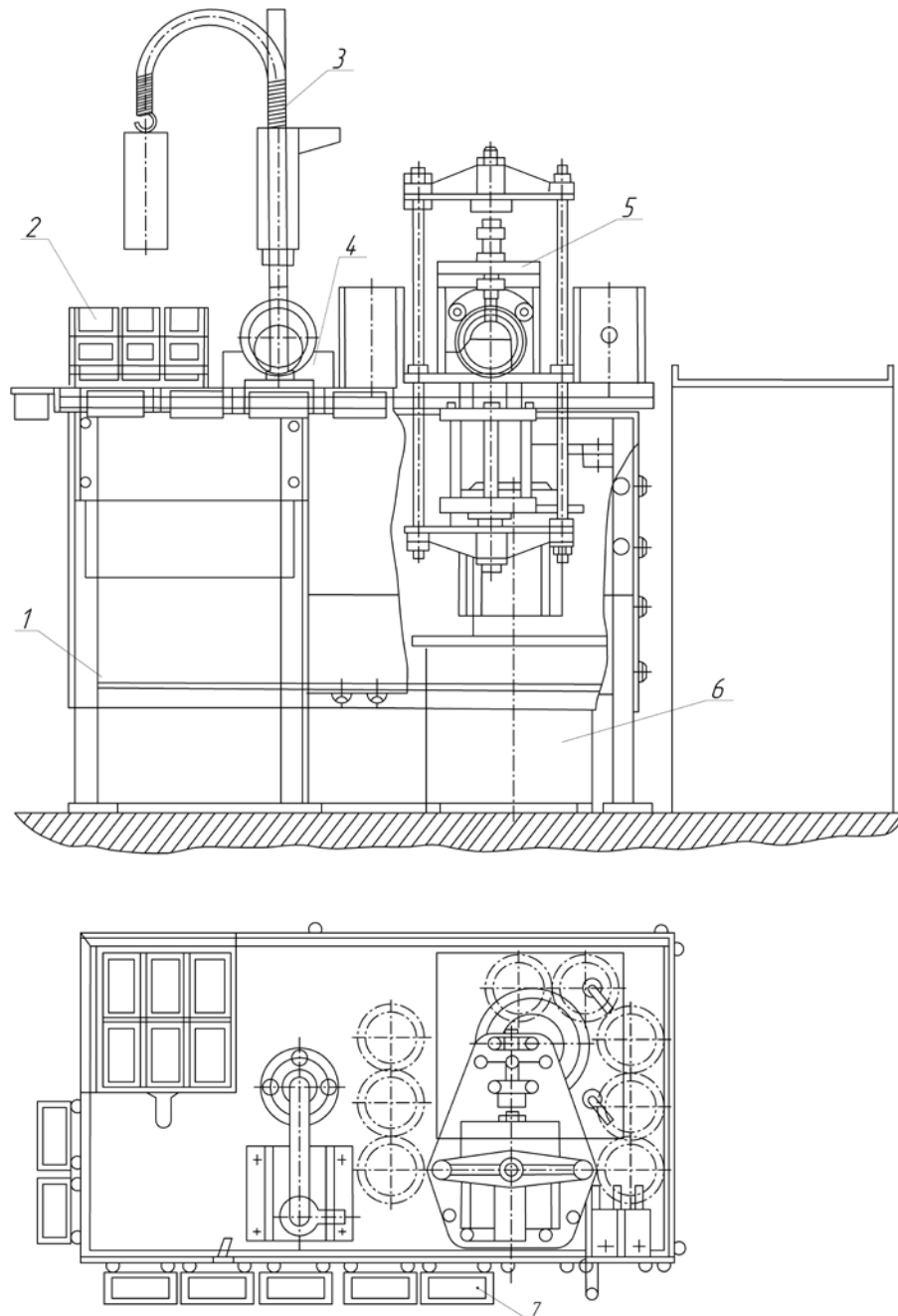


Рис. 2.23. Стенд для складання стартерів, модель 6606-162

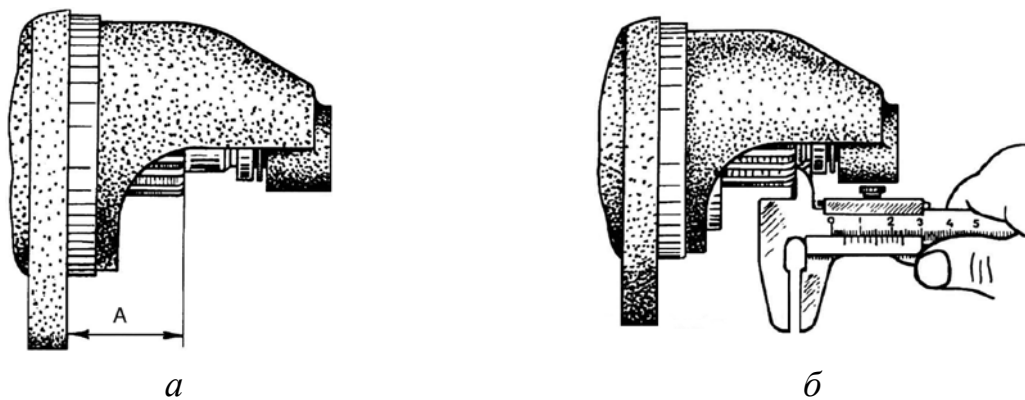


Рис. 2.24. Контроль розташування шестерні приводу у вимкненому (а) та увімкненому (б) стані

Регулювання здійснюють провертанням ексцентричної осі важеля приводу або ж регулювальними гвинтами.

Для окремих стартерів, наприклад СТ142Б, передбачена перевірка на герметичність (рис. 2.25).

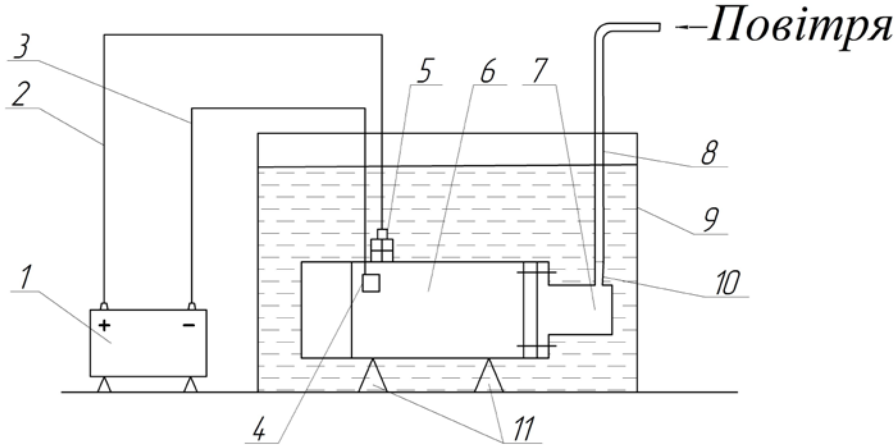


Рис. 2.25. Схема випробування стартера на герметичність

Для цього на стартер з боку приводу встановлюють ущільнюючу прокладку та кожух, з'єднують мінусову 4 та плюсову 5 клеми стартера проводами 2 і 3 з АБ 1, встановлюють стартер 6 на підставки 11 у ванну 9 місткістю 10 л з водою кімнатної температури так, щоб стовп води над стартером не перевищував 50 мм, і подають через трубку 8 і штуцер 10 у внутрішню порожнину стартера повітря під тиском $p = 0,01...0,02$ МПа. Тричі короткочасно (до 5 с) включають стартер на холостому ході й впродовж 1 хв. спостерігають за наявністю бульбашок повітря. Якщо бульбашки з'являються, то необхідно замінити гумові ущільнення стартера.

Далі проводять випробування стартера на стендах КИ-968М, 532М або Э-240 (рис. 2.26).

Стартер випробовують у наступній послідовності:

- у режимі холостого ходу, коли при заданій напрузі $U_{х.х}$ контролюють, щоб сила струму була не більшою $I_{х.х}$, а частота обертання якоря була не меншою $n_{х.х}$;
- у режимі повного гальмування, коли при заданому гальмівному моменті $M_{Г}$ контролюють, щоб напруга на клеммах стартера не перевищувала $U_{Г}$, а сила струму не перевищувала $I_{Г}$.

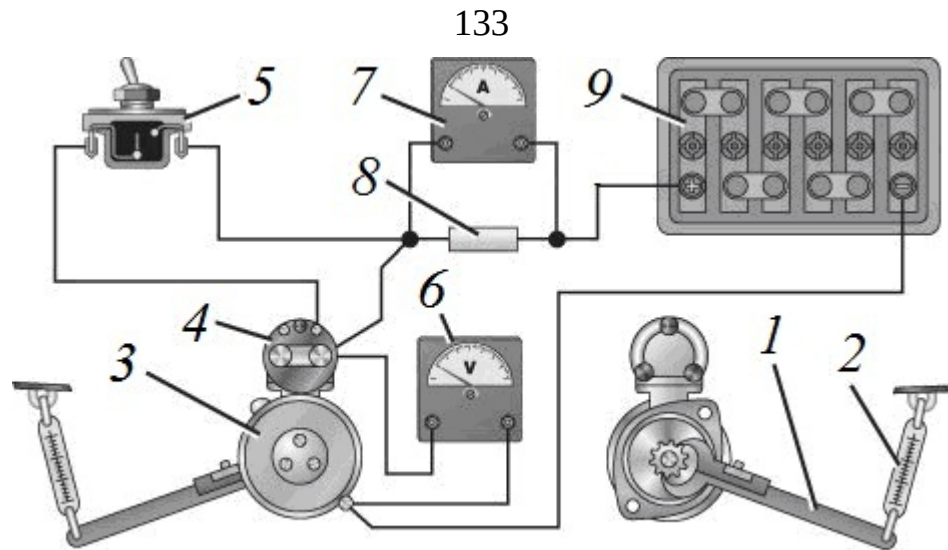


Рис. 2.26. Схема підключення стартера під час випробування:

*1 – важіль; 2 – динамометр; 3 – стартер; 4 – тягове реле; 5 – вимикач;
6 – вольтметр; 7 – амперметр; 8 – шунт амперметра; 9 – акумуляторна батарея*

Якщо під час випробування в режимі холостого ходу стартер споживає надто великий струм, а частота обертання ротора є недостатньою, то це свідчить про неякісне складання або міжвиткове замикання. Коли ж стартер споживає надто малий струм, а частота обертання ротора є також недостатньою, то це є ознакою слабого натягу пружин щіток або незадовільного стану електричних контактів стартера.

Якщо під час випробування в режимі повного гальмування сила струму I_{Γ} перевищує, а крутний момент M_{Γ} є меншим від значень, що регламентовані технічними умовами (табл. 2.2), то це вказує на несправність обмотки збудження. Якщо ж і сила струму I_{Γ} , і крутний момент M_{Γ} є меншими від регламентованих значень, то це є ознакою недостатнього натягу пружин щіток або незадовільного стану електричних контактів стартера.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики та режими випробування стартерів

Модель стартера	U , В	N , кВт	C_{20} , А·год	Холостий хід			Гальмування		
				$I_{х.х.}$, А (не більше)	$U_{х.х.}$, В	$n_{х.х.}$, об/хв (не менше)	$M_{г.}$, Нм	$I_{г.}$, А	$U_{г.}$, В
СТ103	24	5,2	165	110	24	5000	60	825	6,0
СТ117А	12	1,3	55	85	12	5000	16	550	7,5
СТ130А3	12	1,8	90	90	12	3400	22	700	8,0
СТ142	24	7,8	190	130	24	---	50	800	8,0
СТ221	12	1,3	55	35	11,5	5000	14	500	6,5
СТ230А	12	1,0	75	85	12	4000	22,5	530	7,0
25.3708	24	8,0	182	110	24	5000	58,8	825	7,0
29.3708	12	1,3	55	60	11,5	4200	13,7	500	7,0

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для чого призначена і як побудована система запуску двигунів тракторів і автомобілів?
2. Поясніть призначення та будову стартерів.
3. Перелічіть операції технічного обслуговування стартерів.
4. За яких умов виконують зачистку, шліфування та проточування поверхні колектора стартера?
5. Як перевірити та відновити роботоздатність реле стартера?
6. Розкрийте технологію перевірки електродвигуна стартера в режимі холостого ходу та повного гальмування.
7. У чому полягають позастендові випробування стартерів?
8. Назвіть можливі несправності стартерів. Які причини їх виникнення?
9. Як і за допомогою яких приладів перевіряють технічний стан обмоток стартера?
10. Розкрийте особливості технології розбирання-складання стартерів під час ремонту.
11. Подайте основні дефекти корпусу стартера та поясніть технологію їх усунення під час ремонту.
12. Для чого призначена і як побудована система запуску двигунів тракторів і автомобілів?
13. Поясніть призначення та будову стартерів.
14. Перелічіть операції технічного обслуговування стартерів.
15. За яких умов виконують зачистку, шліфування та проточування поверхні колектора стартера?
16. Як перевірити та відновити роботоздатність реле стартера?
17. Розкрийте технологію перевірки електродвигуна стартера в режимі холостого ходу та повного гальмування.
18. У чому полягають позастендові випробування стартерів?
19. Назвіть можливі несправності стартерів. Які причини їх виникнення?
20. Як і за допомогою яких приладів перевіряють технічний стан обмоток стартера?
21. Розкрийте особливості технології розбирання-складання стартерів під час ремонту.
22. Подайте основні дефекти корпусу стартера та поясніть технологію їх усунення під час ремонту.
23. Сформулюйте основні вимоги до відремонтованого корпусу стартера.
24. Подайте основні дефекти якоря стартера та поясніть технологію їх усунення під час ремонту.
25. Сформулюйте основні вимоги до відремонтованого якоря стартера.
26. Які дефекти характерні для кришок стартерів? Як здійснюють перевірку стартерів на герметичність?
27. Що можна сказати про технічний стан стартера, коли в режимі холостого ходу він споживає надто великий струм, а частота обертання ротора є недостатньою?

28. Викладіть послідовність перевірки та регулювання роботи приводу стартера після ремонту?
29. Які ознаки несправності обмотки збудження під час випробування стартерів?
30. Які ознаки недостатнього натягу пружин щіток й незадовільного стану електричних контактів стартера під час їх випробувань?

3. СИСТЕМА ЗАПАЛЮВАННЯ

3.1. Призначення, класифікація та характеристика систем запалювання

Система запалювання призначена для генерації імпульсів високої напруги, що забезпечують запалювання робочої суміші в камерах згоряння карбюраторних ДВЗ, а також для синхронізації цих імпульсів з роботою циліндрів. У сучасних двигунах використовують різноманітні системи запалювання, однак у всіх без винятку займання робочої суміші здійснюється іскрою високої напруги, яка виникає між електродами свічки запалювання. Коли імпульс високої напруги подається на свічку, між її електродами виникає іскра, яка й запалює робочу суміш.

Свічки встановлені в головці циліндра. Як правило, використовують по одній свічці запалювання на циліндр. Однак зустрічаються й більш складні системи з двома свічками на циліндр.

У будь-якій системі запалювання (рис. 3.1) можна чітко окреслити дві частини:

- низьковольтну (первинний ланцюг), яка включає первинну обмотку котушки запалювання і безпосередньо пов'язані з нею ланцюги переривника, комутатора й інших компонентів (залежно від будови конкретної системи запалювання);
- високовольтну (вторинний ланцюг), яка включає вторинну обмотку котушки запалювання, систему розподілу високовольтної енергії, високовольтні проводи, свічки.

Джерелом високої напруги, яка необхідна для іскроутворення, є котушка запалювання. Котушка запалювання працює як трансформатор – перетворює струм низької напруги, що надходить від АБ або генератора, в струм високої напруги, який надходить до електродів свічок запалювання. Така система була вперше запатентована в 1908 році К.Ф. Катерінгом із *Dayton Engineering Laboratories Company* і застосовувалась без суттєвих змін майже 90 років.

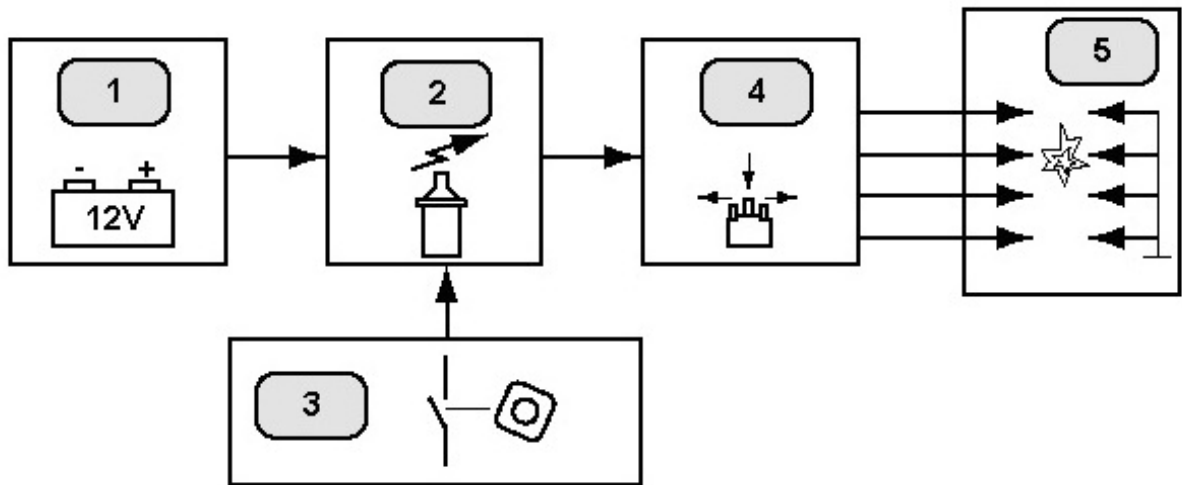


Рис. 3.1. Електрична схема системи запалювання:

*1 – джерело живлення (акумуляторна батарея АБ або генератор);
 2 – перетворювач напруги (перетворює постійну напругу мережі машини в високовольтний імпульс); 3 – пристрій управління накопиченням енергії (визначає момент початку накопичення енергії й момент запалювання); 4 – розподільник запалювання (комутує котушку запалювання з однією з свічок відповідно порядку роботи циліндрів); 5 – свічки запалювання*

Технічний стан системи запалювання суттєво впливає на економічність й стійкість роботи ДВЗ, а також на токсичність відпрацьованих газів, тому до систем запалювання висувають такі вимоги [40]:

- 1) напруга у вторинному ланцюзі має бути достатньою для пробоя іскрового проміжку свічки (не менше 16 кВ при пуску холодного і 12 кВ при роботі прогрітого двигуна), забезпечуючи при цьому безперебійне іскроутворення;
- 2) іскра, що утворюється між електродами свічки, повинна мати достатню енергію та тривалість для займання робочої суміші (залежно від її складу, щільності і температури);
- 3) момент запалювання повинен бути чітко визначеним і відповідати режиму роботи двигуна;
- 4) робота всіх елементів системи запалювання повинна бути надійною при високих температурах і механічних навантаженнях;
- 5) низький рівень радіоперешкод під час роботи.

Виходячи з цих вимог, будь-яка система запалювання характеризується такими основними параметрами [40]:

а) *час накопичення енергії котушкою*, який визначається кутом замкнутого стану контактів. Це час від моменту початку накопичення енергії (в контактній системі – від моменту замикання контактів переривника; в інших системах – від моменту спрацьовування силового транзистора) до моменту виникнення іскри (в контактній системі – до моменту розмикання контактів переривника або припинення протікання струму транзистором). Ця величина опосередковано характеризує енергію, що накопичується котушкою;

б) *напруга пробою* – напруга у вторинному ланцюзі в момент утворення іскри. Відповідає максимальній напрузі у вторинному ланцюзі.

Системи запалювання розраховуються з урахуванням коефіцієнта запасу за значенням вторинної напруги. Це означає, що максимальна напруга у вторинному ланцюзі завжди перевищує напругу пробою в найгірших умовах роботи двигуна та може досягати 20 кВ;

в) *напруга горіння* електричної дуги – це напруга у вторинному ланцюзі після пробою електродного зазору. Ця напруга є сталою та значно меншою від напруги пробою і складає кілька кВ;

г) *час горіння* – тривалість горіння електричної дуги. Запалювання робочої суміші відбувається при горінні дуги, тому визначення її характеристик дає дуже важливу інформацію при оцінці справності системи;

д) *кут випередження запалювання (КВЗ)* – це кут, на який встигає повернутися колінчатий вал від моменту виникнення іскри до моменту досягнення відповідним циліндром верхньої мертвої точки (ВМТ). Оптимально запалювати суміш до підходу поршня до ВМТ під час такту стиску, щоб після досягнення поршнем ВМТ тиск газів досяг максимального значення, що забезпечить максимальну корисну роботу на такті робочого ходу поршня.

У системах запалювання обов'язково передбачено пристрої, які за безпечують розподіл імпульсів високої напруги між свічками відповідно до черговості роботи циліндрів, подачу їх у визначений момент часу та автоматичне регулювання кута випередження запалювання на різних режимах роботи ДВЗ.

Класична **контактна** система запалювання використовувалась для старих моделей автомобілів і тракторів. Основними елементами такої системи є котушка 4 і свічки 7 запалювання, а також перервник-розподільник (рис. 3.2).

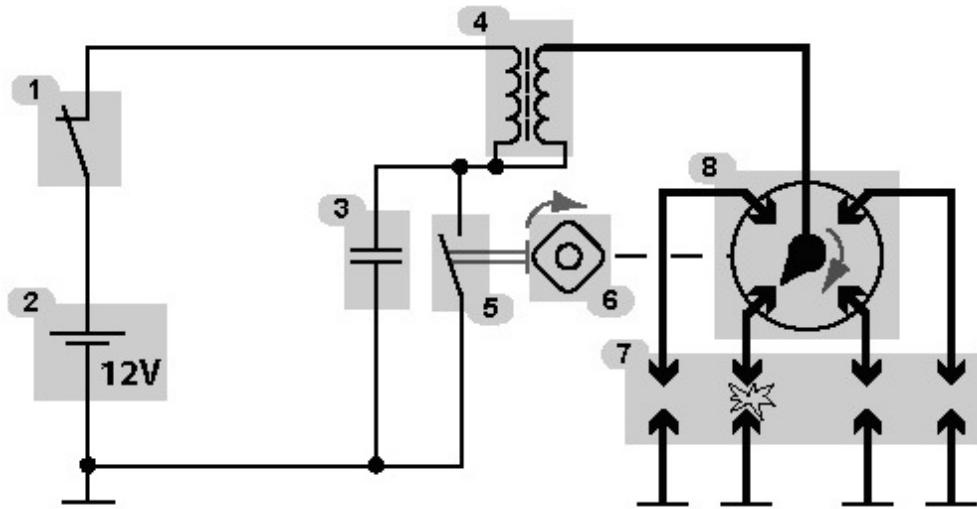


Рис. 3.2. Принципова схема класичної контактної системи запалювання:

1 – вимикач запалювання; 2 – джерело живлення; 3 – конденсатор; 4 – котушка запалювання; 5 – механічний переривник; 6 – вал переривника; 7 – свічки запалювання; 8 – розподільник

Проаналізуємо роботу контактної системи запалювання за деталізованою схемою (рис. 3.3).

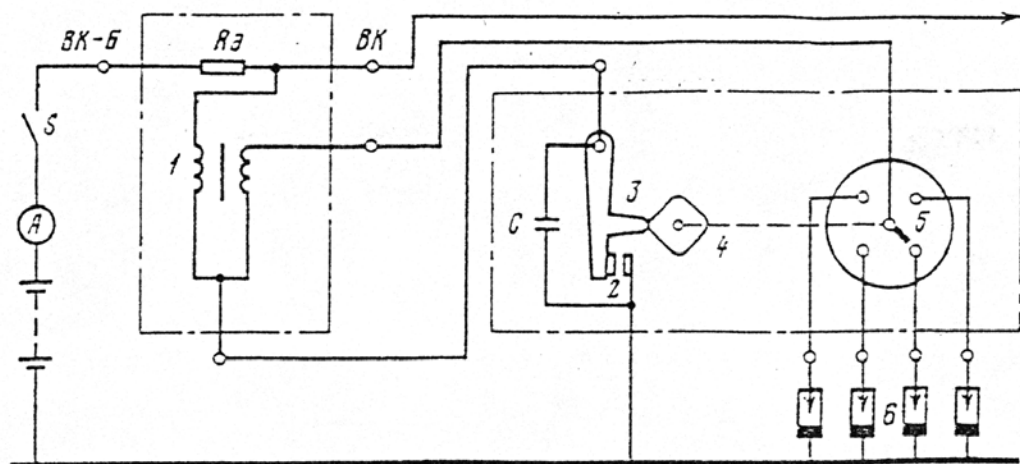


Рис. 3.3. Деталізована схема контактної системи запалювання:

S – вимикач запалювання; R_d – додатковий опір;
1 – котушка запалювання; 2 – контакти переривника; 3 – важіль; 4 – кулачок на валу переривника; 5 – розподільник; 6 – свічки запалювання

Котушка запалювання 1 має осердя, на якому намотані первинна і вторинна обмотки. Первинна обмотка має невелику кількість витків (250...300) товстого дроту ($\varnothing 0,57...0,77$ мм), а вторинна – дуже велику кількість витків (17500...26000) тонкого дроту ($\varnothing 0,07...0,09$ мм). Один кінець первинної обмотки з'єднаний через додатковий опір R_o з додатною клемою АБ, а інший – з вторинною обмоткою. Спільний кінець первинної та вторинної обмоток з'єднаний з рухомим контактом перервника. Інший кінець вторинної обмотки з'єднаний зі свічкою запалювання 6 через бігунок 5 розподільника.

Кулачок 4 перервника, кількість граней якого відповідає кількості циліндрів ДВЗ, і бігунок 5 розподільника закріплені на спільному валу, який приводиться в рух від розподільного вала та обертається з частотою вдвічі меншою від частоти обертання колінвала (оскільки в кожному циліндрі чотиритактного двигуна необхідно забезпечити спалах суміші лише один раз за два оберти колінвала). Під час обертання кулачок 4 діє на важіль 3, роз'єднуючи контакти 2. Обертаючись, бігунок 5 проходить повз нерухомі контакти розподільника, кожен з яких з'єднаний зі свічкою запалювання 6 окремого циліндра.

При вмиканні ключа запалювання S і замкнутих контактах 2 перервника від додатної клеми АБ через додатковий опір R_o , первинну обмотку котушки запалювання, контакти 2 перервника та масу автомобіля до від'ємної клеми АБ пройде електричний струм. Під час обертання колінвала ДВЗ, коли в одному з циліндрів буде закінчуватись такт стиску робочої суміші, кулачок 4 через важіль 3 роз'єднає контакти 2. При роз'єднанні контактів 2 струм у первинній обмотці зникне, а у вторинній обмотці індукується висока напруга. У момент появи високої напруги бігунок 5 розподільника пройдёт повз нерухомий електрод, що з'єднаний зі свічкою запалювання того циліндра, в якому, власне, закінчується такт стиску. Струм високої напруги пройде від вторинної обмотки через бігунок 5 і нерухомий електрод розподільника, викличе іскровий розряд між електродами свічки запалювання і через корпус автомобіля чи трактора, АБ і первинну обмотку, повернеться на вторинну

обмотку котушки запалювання.

Оскільки під час роз'єднання контактів 2 в результаті виникнення струму самоіндукції з'являється сильний дуговий розряд, який є причиною їх інтенсивного зносу, то з метою усунення цього явища паралельно до контактів 2 перервника під'єднують конденсатор C .

Додатковий резистор R_o уможливорює покращання роботи системи запалювання під час запуску двигуна, особливо у важких умовах (наприклад, взимку). У момент включення стартера напруга АБ суттєво зменшується, що спричинює зменшення сили струму в первинній обмотці і, відповідно, напруги у вторинній обмотці, до рівня, недостатнього для пробою іскрового проміжку свічок запалювання. Тому при включенні стартера, резистор R_o шунтується за допомогою спеціальних контактів. Таким чином забезпечується необхідна сила струму в первинній обмотці, незважаючи на зменшення напруги АБ. В окремих системах запалювання додатковий резистор не використовують.

Розгляд електричних процесів у контактній системі запалювання розпочнемо з моменту часу t_1 (рис. 3.4), коли контакти 2 з'єднуються і по первинній обмотці котушки запалювання пройде електричний струм. Однак внаслідок електромагнітної індукції миттєве зростання сили струму неможливе, оскільки в первинній обмотці діє електрорушійна сила (ЕРС) самоіндукції:

$$E_{C1} = -L_1 \frac{\partial I_1}{\partial t}, \quad (3.1)$$

де L_1 – індуктивність первинної обмотки, Гн.

Сила струму в первинному колі зростатиме нелінійно (ділянка a) за наступним законом:

$$I_1 = \frac{U_{AKB}}{R_1} (1 - e^{-t/\tau_1}), \quad (3.2)$$

де $\tau_1 = L_1 / R_1$ – постійна часу первинного кола, с. Для контактних систем запалювання при номінальній частоті обертання колінвала $\tau_1 = 3...5$ мс;

R_1 – опір первинного кола, Ом.

У вторинній обмотці котушки в момент часу τ_1 виникне ЕРС взаємоіндукції

$$U_2 = -M \frac{\partial I_1}{\partial t}, \quad (3.3)$$

де M – взаємоіндукція між обмотками котушки, Гн.

Наявність паразитних ємностей та індуктивностей у вторинному колі зумовлює коливання вторинної напруги на ділянці δ .

Через час t_2 контакти перервника-розподільника роз'єднуються, струм у первинному колі різко зникає, зумовлюючи появу ЕРС самоіндукції, що намагається підтримати цей струм. Наявність паразитних ємностей та індуктивностей у первинному колі обумовлює коливання первинної напруги на ділянці ε , частота яких визначається параметрами L_1 і C_1 первинного кола, а також тим, що у вторинному колі в цей час відбувається пробій іскрового проміжку свічки (точка A). Якщо пробою нема (режим відкритого кола), то частота коливань на ділянці ε буде в декілька разів нижчою.

Оскільки *котушка запалювання* є трансформатором, то зростання ЕРС самоіндукції у первинній обмотці призведе до виникнення у вторинній обмотці ЕРС взаємоіндукції з великою амплітудою (ділянка ν), до пробую іскрового проміжку свічки (точка A) та різкого падіння напруги (ділянка δ). Існування іскрового розряду (ділянка e) між електродами свічки запалювання триває $t_3 - t_2 = 1,0 \dots 1,5$ мс. Слід зазначити, що напруга взаємоіндукції у вторинній обмотці є від'ємною, однак практично всі діагностичні прилади (осцилоскопи, мотортестери) для зручності спостережень інвертують сигнал до вигляду, поданого на рис. 3.4.

Після зникнення іскри незначна залишкова енергія котушки розсіюється у вигляді затухаючих коливань впродовж інтервалу часу $t_4 - t_3$. У момент часу t_5 контакти перервника знову замикаються і весь процес циклічно повторюється.

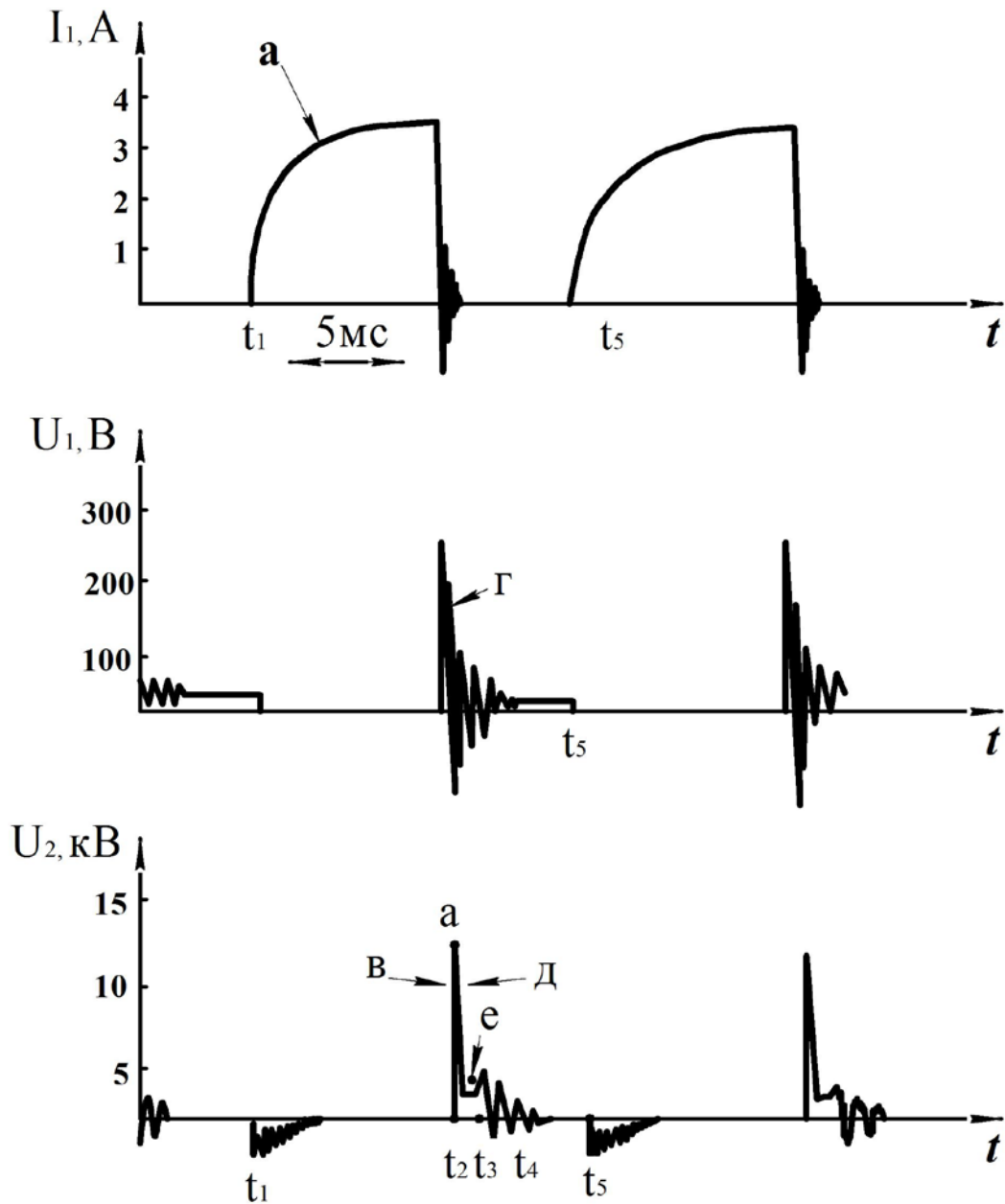


Рис. 3.4. Діаграми струму I та напруг у первинному U_1 та вторинному U_2 колах контактної системи запалювання (4-циліндровий двигун, $n = 750$ об./хв.)

Інтервал t_1-t_2 , виражений в градусах кута повороту ротора розподільника, називається *кутом замкнутого стану контактів*.

Значення кута замкнутого стану контактів задають не лише в градусах, але й у відсотках (рис. 3.5). Остання форма запису є зручнішою, оскільки вона не залежить від кількості циліндрів двигуна [39].

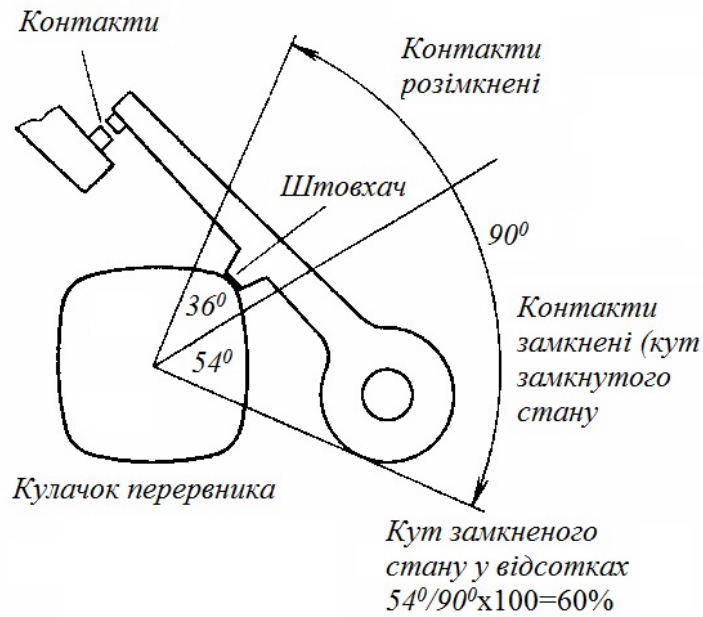


Рис. 3.5. Кут замкнутого стану контактів у градусах і відсотках

Розподільник запалювання (*distributor*) – розподіляє високу напругу від котушки до свічок циліндрів двигуна. У контактних системах запалювання розподільник переважно об'єднаний з переривником, а у безконтактних – з давачем імпульсів. У сучасніших системах запалювання розподільник або відсутній або об'єднаний з котушкою запалювання (при цьому центральний провід може бути відсутнім), комутатором і давачами.

Розподільник працює таким чином. Висока напруга, створена у вторинній обмотці котушки запалювання, подається на центральну клему розподільника запалювання. Обертовий ротор розподільника з'єднує центральну клему та зовнішні електроди в такій послідовності, що висока напруга подається для іскроутворення до свічки запалювання того циліндра, поршень якого знаходиться в кінці такту стиску.

Як правило, для чотирициліндрових двигунів, послідовність роботи циліндрів 1-3-4-2. Такий порядок роботи циліндрів встановлений для рівномірного розподілу навантаження на колінчастий вал двигуна. Синхронізація роботи системи запалювання з частотою обертання колінвала забезпечується за рахунок постійного механічного зв'язку розподільника запалювання з розподільним або будь-яким іншим валом, який в свою чергу зв'язаний механічною передачею (з передавальним відношенням 2:1) з колінвалом.

Механічний перервник – це пристрій для управління процесом накопичення енергії, який вмикає й вимикає живлення первинної обмотки котушки запалювання залежно від кута повороту колінвала. Контакти переривника перебувають під кришкою розподільника запалювання.

У класичну систему запалювання включають також засоби корегування кута випередження запалювання: відцентровий і вакуумний регулятори.

Поряд з незаперечними перевагами – простотою конструкції та невисокою вартістю, можливістю регулювання кута випередження запалювання в широких межах – контактна система запалювання має низку суттєвих недоліків, а саме:

- недостатня вторинна напруга на високих і низьких частотах обертання колінвала та недостатня енергія іскрового розряду;
- недостатній термін служби контактів перервника;
- суттєва асинхронність іскроутворення по циліндрах двигуна внаслідок зношування кулачка;
- створення радіоперешкод;
- висока похибка моменту іскроутворення внаслідок розкиду характеристик механічних автоматів регулювання кута випередження запалювання, що виникають під час їх експлуатації.

З цих причин застосування контактних систем запалювання у восьмициліндрових ДВЗ, у двигунах з високою частотою обертання (до 8000 об./хв.) та високим ступенем стиску (до 10), а також в економічних двигунах, які працюють на збіднених робочих сумішах зі збільшеним іскровим проміжком між електродами свічок запалювання, практично неможливе.

Покращання характеристик систем запалювання уможливило застосування напівпровідникових приладів, на основі яких були розроблені *контактно-транзисторні* системи запалювання з енергією іскрового розряду 15...50 МДж і більше, що є достатнім для надійного іскроутворення на всіх режимах роботи двигуна.

Одним з різновидів класичної системи запалювання, яка частково позбавлена недоліків системи з механічним переривником, є система з транзисторним комутатором (рис. 3.6).

Комутатор – це транзисторний ключ, який, залежної від керуючого сигналу, включає або відключає живлення первинної обмотки котушки запалювання. Залежно від будови конкретної системи запалювання, комутатор може використовуватись як один, так і декілька комутаторів. Останній варіант є характерним для систем, у яких використовується кілька котушок запалювання.

У такій системі механічний переривник керує тільки роботою транзисторного комутатора, який, у свою чергу, керує котушкою запалювання.

Цей варіант схеми має істотну перевагу, яка полягає в тому, що контактний переривник комутує значно менший струм. Таким чином практично виключається підгорання контактів переривника під час розмикання, відсутня також необхідність у встановленні конденсатора. В іншому ця система повністю аналогічна класичній.

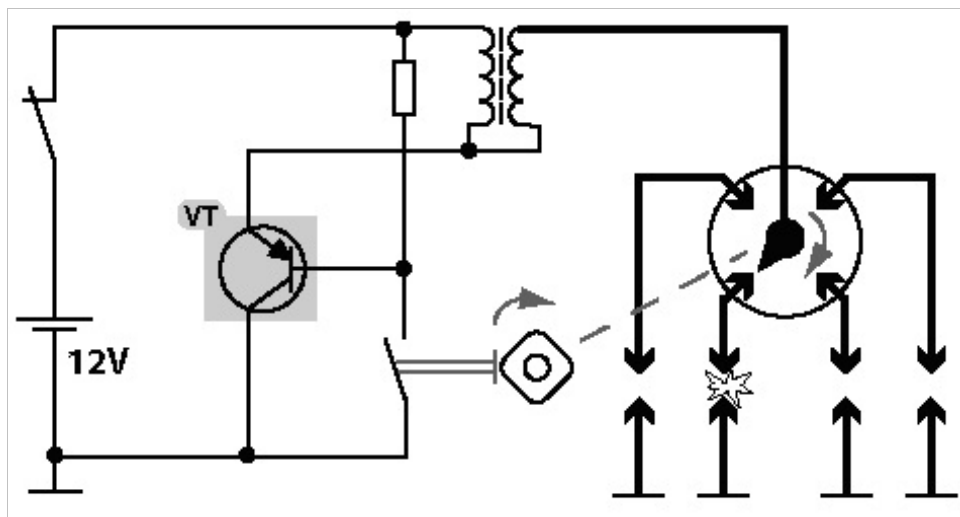


Рис. 3.6. Принципова схема системи запалювання з механічним переривником і транзисторним комутатором (VT – силовий транзистор)

Особливістю контактнo-транзисторної системи запалювання (рис. 3.7) є наявність транзистора 6 і відсутність конденсатора C . Окрім того, обмотки котушки запалювання 3 ізольовані одна від одної, щоб уникнути впливу високої напруги на роботу транзистора 6. При замиканні контактів перервника 7 база транзистора 6 через масу з'єднується з від'ємною клемою АБ. Від АБ 1 через додатковий резистор 2 по колу бази пройде електричний струм і транзистор відкриється. Відкритий транзистор замкне електричне коло первинної обмотки котушки запалювання 3 і в ній також з'явиться електричний струм. Під дією кулачка 8 контакти перервника 7 роз'єднуються і транзистор закриється, розриваючи ланцюг первинної обмотки котушки 3. При цьому у вторинній обмотці індукуються значна електрорушійна сила, яка через розподільник 4 надходить до свічок запалювання 5.

Оскільки контакти перервника 7 комутують незначний струм i_6 керування транзистором, то вторинна напруга визначається лише параметрами транзистора і не обмежується стійкістю контактів.

Тому застосування контактнo-транзисторної системи запалювання дає можливість значно підвищити максимальну напругу $U_{2 \max}$ у вторинній обмотці котушки запалювання (рис. 3.8).

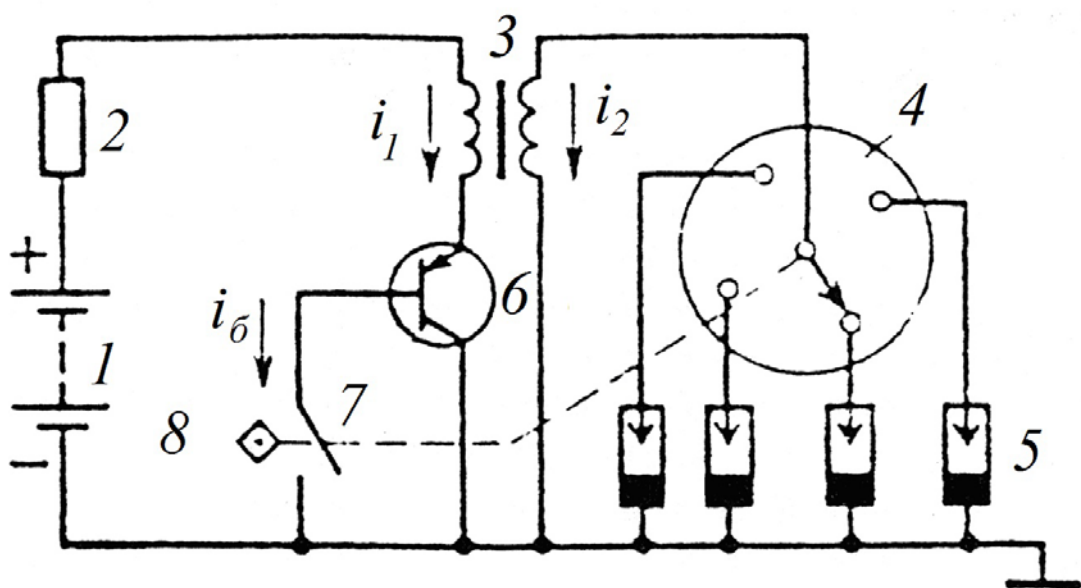


Рис. 3.7. Принципова схема контактнo-транзисторної системи запалювання

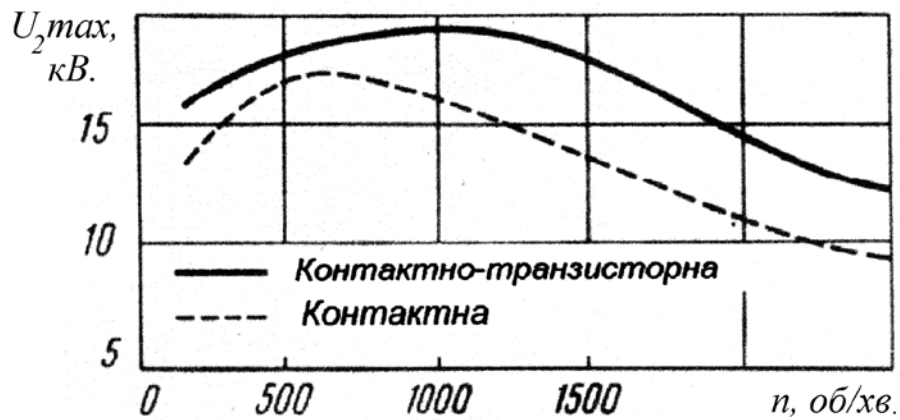


Рис. 3.8. Порівняльні характеристики контактної та контактно-транзисторної систем запалювання

Однак на високих частотах обертання колінвала в багатоциліндрових двигунах контактно-транзисторним системам запалювання притаманна вібрація важеля перервника, що призводить до багаторазового замикання контактів упродовж одного циклу. Внаслідок цього утворюється декілька іскор, однак значно меншої потужності, порушується також момент іскроутворення.

Обидві описані системи запалювання з механічним перервником мають загальну назву – *контактні системи запалювання*.

Безконтактні системи запалювання (БСЗ) використовують замість механічного переривника давач – генератор імпульсів з перетворювачем сигналів (рис. 3.9). Давач керує лише транзисторним комутатором, який, у свою чергу, керує котушкою запалювання.

У системах запалювання з транзисторним комутатором використовують три типи давачів: Холла; індуктивні; оптичні. Давачі не підлягають механічному зношуванню та не потребують періодичного регулювання.

У процесі технічного удосконалення БСЗ комутатору додатково передано функцію керування процесом заряджання котушки запалювання – комутатор повинен визначити, коли потрібно розпочати заряджання котушки, щоб отримати максимальну енергію іскроутворення та уникнути перегрівання котушки, за додаткової умови, що час заряджання котушки повинен бути приблизно постійним.

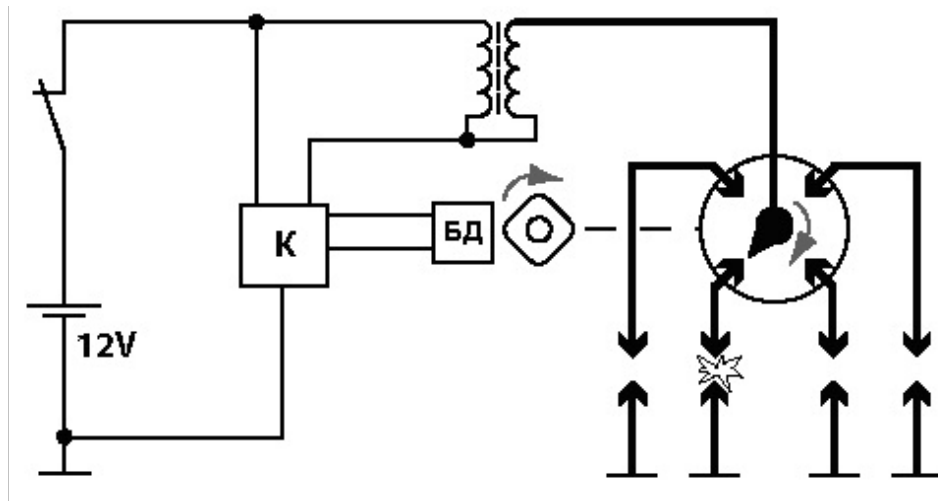


Рис. 3.9. Загальна схема безконтактної системи запалювання:

К – комутатор; БД – безконтактний давач

Для виконання цього завдання комутатор визначає швидкість обертання колінвала двигуна і залежно від неї розраховує момент замикання котушки. Таким чином, чим вища частота оборотення колінвала двигуна, тим раніше комутатор повинен розпочинати замикати котушку, при цьому час замкнутого стану повинен бути однаковим.

Безконтактна система запалювання з магнітоелектричним давачем (рис. 3.10, а) складається з постійного магніту 2 у вигляді зубчастого ротора, кількість зубів якого залежить від кількості циліндрів ДВЗ, та статора з обмотками 1. Під час обертання ротора в обмотці статора індукуються змінна електрорушійна сила. Коли один із зубів ротора наближається до обмотки статора, електрорушійна сила в обмотці зростає і досягає максимального значення в момент співпадання зуба з середньою лінією обмотки (рис. 3.10, б). Далі, коли зуб віддаляється, електрорушійна сила зменшується, змінює знак і формує від'ємну півхвилю. Коли значення електрорушійної сили додатної напівхвилі $U_{\text{від}}$ є достатнім для відкриття транзистора 3, в первинній обмотці котушки запалювання 4 з'явиться струм. При зменшенні електрорушійної сили в обмотці транзистор 3 закриється, розриваючи коло первинної обмотки котушки, під час чого у вторинній обмотці індукуються висока напруга, забезпечуючи іскроутворення на відповідній свічці запалювання.

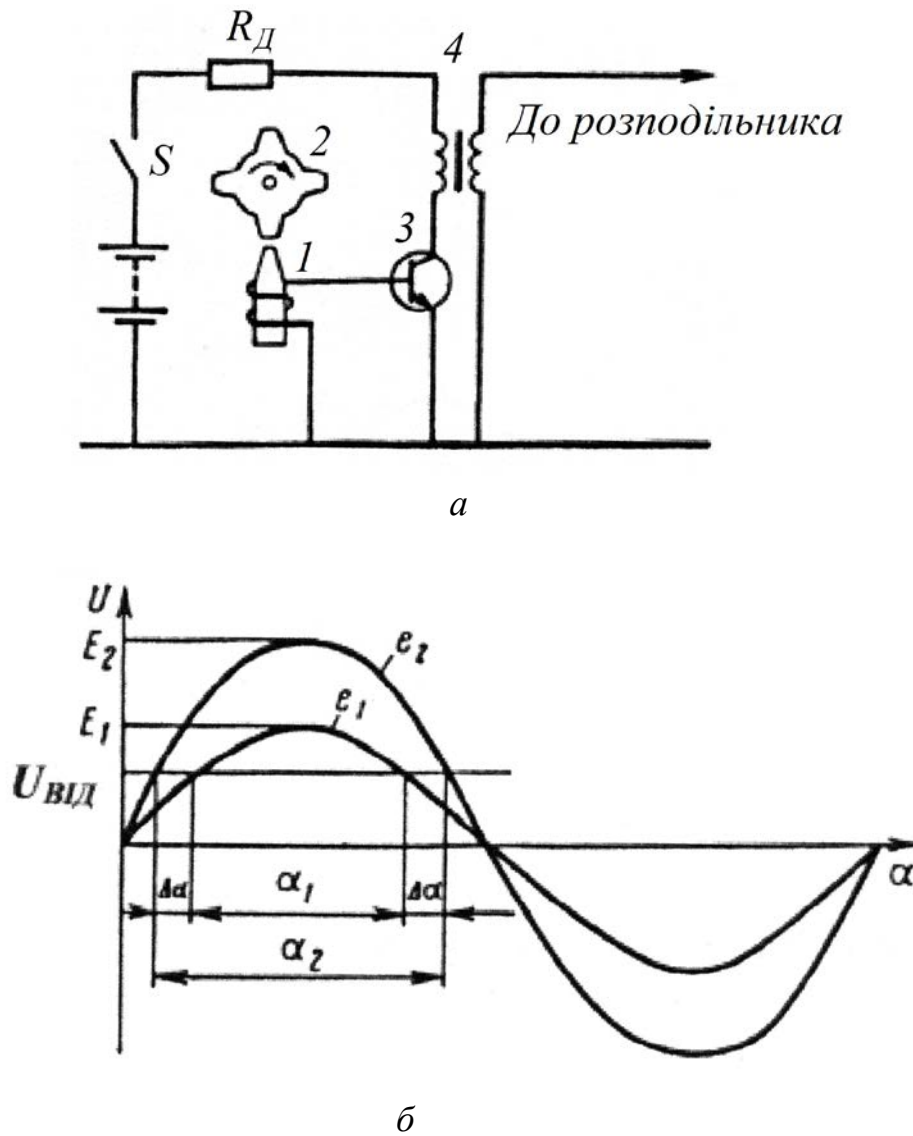


Рис. 3.10. Безконтактна система запалювання з магнітоелектричним давачем:
а – принципова схема; *б* – характеристика.

Особливістю роботи безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним давачем є залежність електрорушійної сили від частоти обертання колінвала – збільшення частоти обертання колінвала збільшує амплітуду імпульсу ($E_2 > E_1$), що призводить до зміни моменту відкриття й закриття транзистора відносно кута повороту колінвала α , що відповідає зміні кута випередження запалювання в контактній системі. Цю зміну моменту відкриття й закриття транзистора при різних частотах обертання колінвала ДВЗ називають електричним кутом випередження запалювання $\Delta\alpha$, який необхідно враховувати під час визначення характеристик відцентрового регулятора.

При низьких частотах обертання колінвала електрорушійна сила є недостатньою для відкриття транзистора $З$, тому в безконтактних системах запалювання з магнітоелектричним давачем використовують засоби додаткового формування сигналу.

Однак у сучасній техніці все ширшого застосування набувають напівпровідникові давачі, робота яких ґрунтується на ефекті, відкритому американським фізиком Едвіном Гербертом Холлом у 1879 році. Суть ефекту полягає у наступному. Якщо напівпровідникову пластину (з кремнію, германію, арсеніду індію тощо) товщиною d розмістити в магнітному полі так, що вектор магнітної індукції $\vec{B}$ буде перпендикулярним до її площини (рис. 3.11) і пропустити через цю пластину електричний струм I , то на гранях, що паралельні до напрямку струму, виникне напруга U_X (е.р.с. Холла)

$$U_X = I B / ne d = R_H I B / d , \quad (3.7)$$

де e – заряд електрона;

n – концентрація носіїв заряду;

$R_H = 1/ne$ – коефіцієнт Холла.

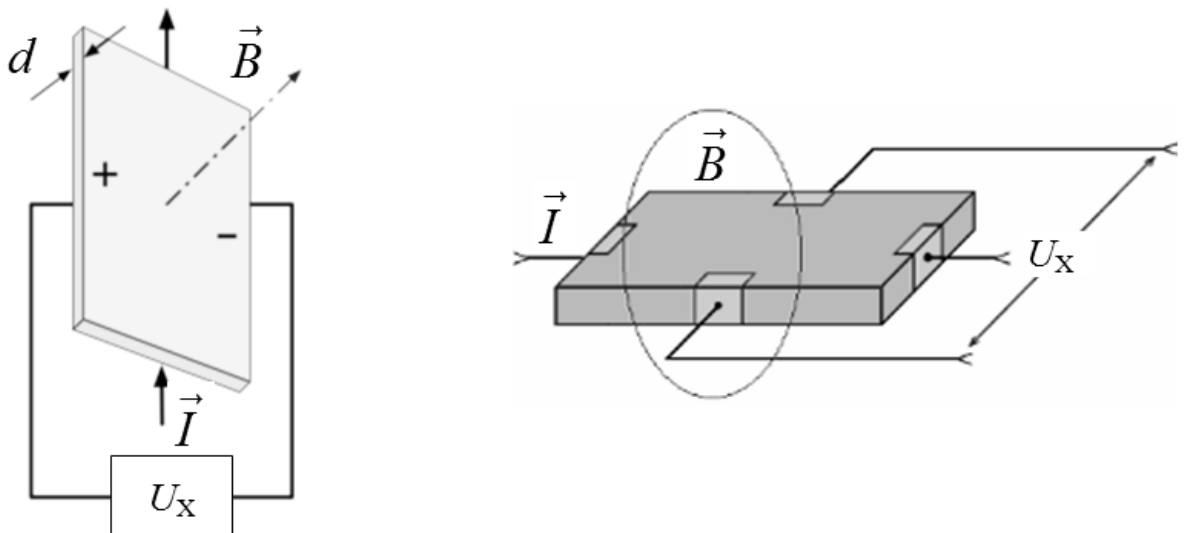


Рис. 3.11. Ефект Холла

Оскільки електрорушійна сила Холла незначна, то відповідний давач $ДХ$ використовують в інтегральній схемі поряд з підсилювачем $П$, граничним елементом S_t , транзистором вихідного каскаду з відкритим виходом VT і стабілізатором напруги $СТ$ (рис. 3.12).

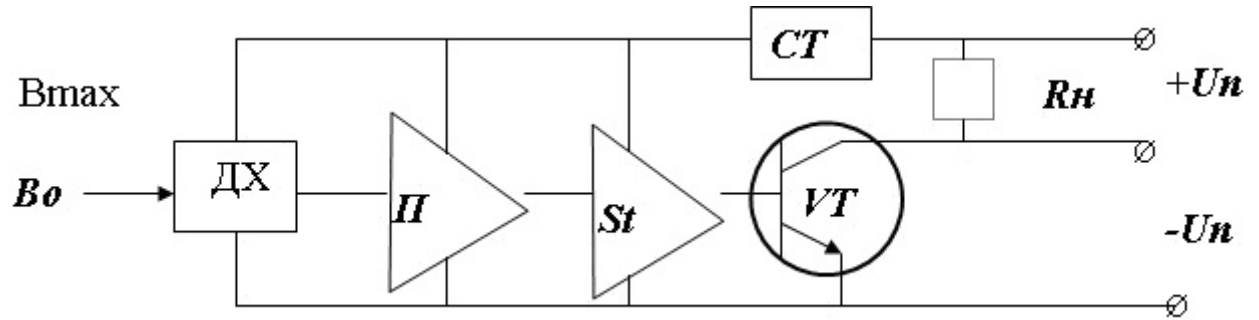
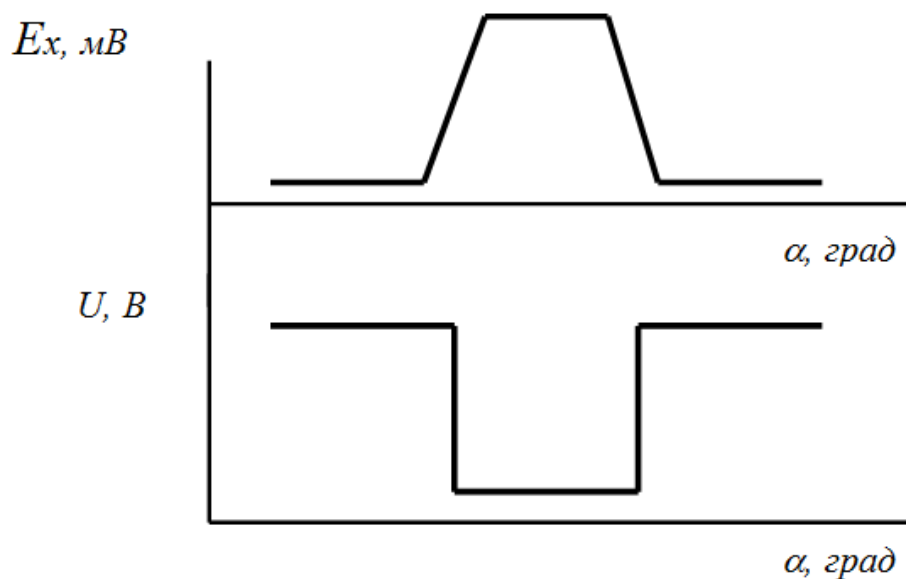


Рис. 3.12. Інтегральна схема з давачем Холла

Зміною магнітного поля від 0 до $B_{\max}$ на виході інтегральної схеми можна отримати дискретний сигнал високого або низького рівня (рис. 3.13). Об'єднавши інтегральну схему з магнітом в єдиний корпус (рис. 3.14), отримують мікроперемикач, що працює на ефекті Холла, який встановлюють у розподільник, наприклад, на поворотний механізм вакуумного автомата. Ротор, який жорстко зв'язаний з розподільним валиком, виготовляють з магнітопровідного матеріалу. На поверхні ротора встановлені полюси-екрани 5, кількість яких відповідає числу циліндрів. Під час проходження екранів у зазорі між схемою 1 і магнітом 2 відбувається періодичне шунтування магнітного потоку, а на виході мікроперемикача формується сигнал про кутове положення колінвала (рис. 3.13).

Рис. 3.13. Залежність електрорушійної сили Холла E_x та вихідної напруги U інтегральної схеми від кута повороту колінвала α

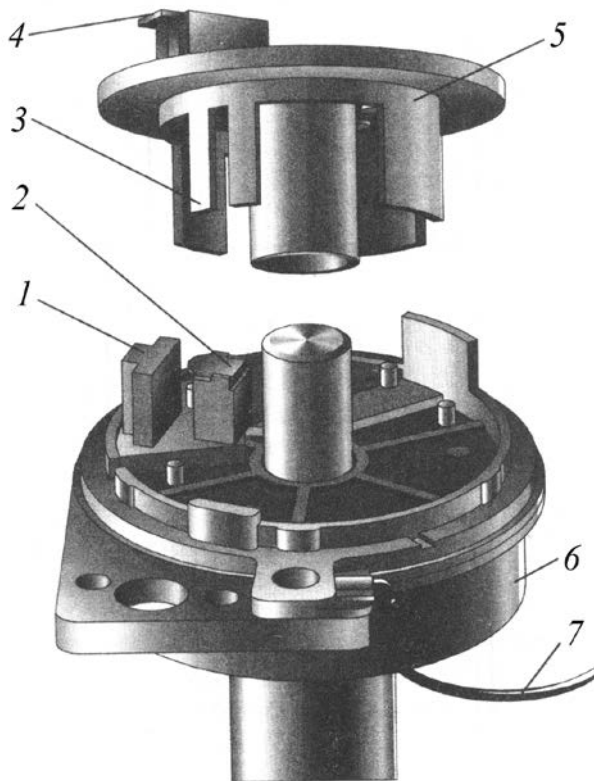


Рис. 3.14. Мікроперемикач:

1 – давач Холла; 2 – магніт;
3 – профільований сегмент
ідентифікації першого циліндра;
4 – бігунок; 5 – екран; 6 – корпус
розподільника; 7 – кабель до блоку
керування

Для отримання інформації про частоту обертання та положення колінчастого й розподільних валів використовують також оптичні давачі (рис. 3.15), принцип дії яких полягає в періодичному перериванні маркерним диском 3 інфрачервоного світлового потоку, що створюється світлодіодами 1, та реєстрації змін цього потоку приймальними фотодіодами 2. Після підсилення вихідного сигналу фотодіодів 2 отримують імпульсні коливання напруги (рис. 3.16).

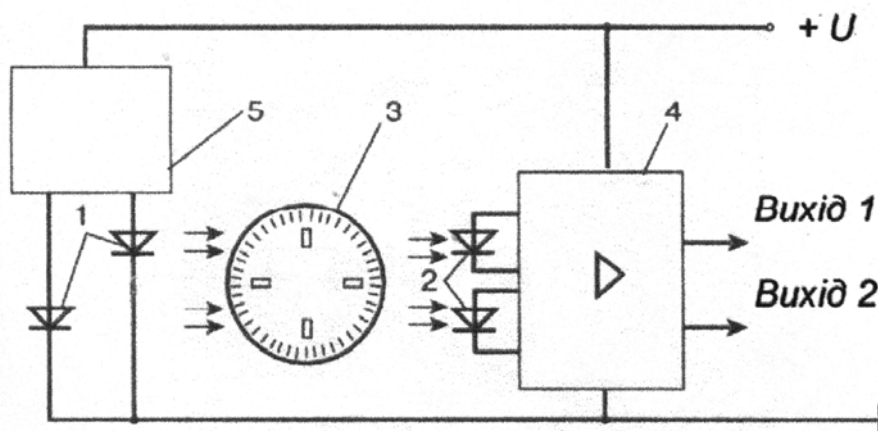


Рис. 3.15. Схема двоканального оптичного давача:

1 – світлодіоди; 2 – фотодіоди; 3 – маркерний диск; 4 – підсилювач;
5 – стабілізатор струму

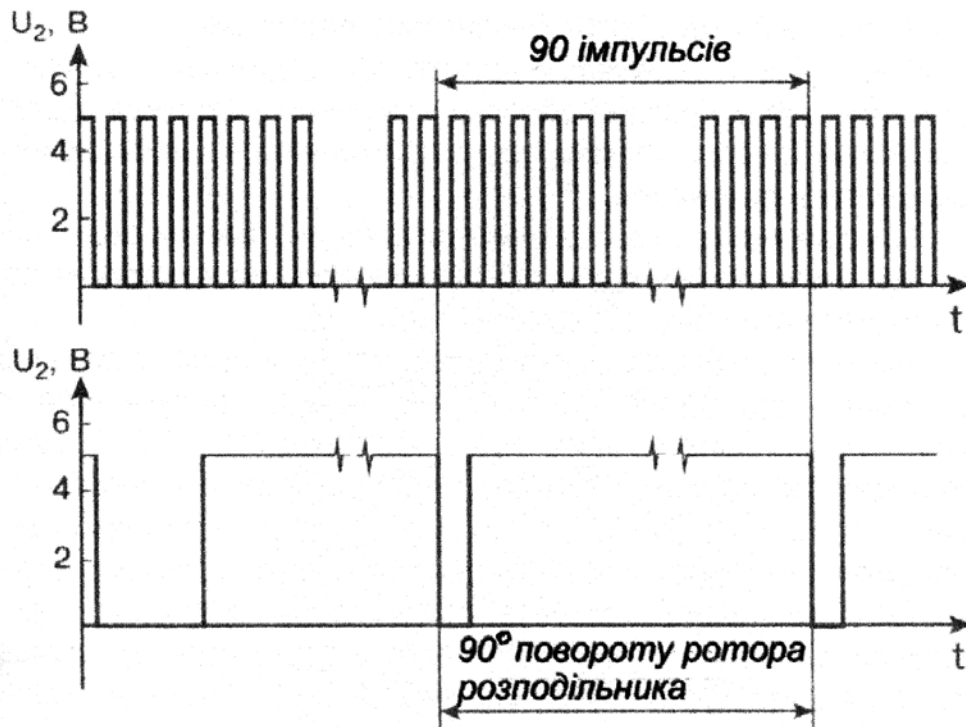


Рис. 3.16. Вихідний сигнал двоканального оптичного давача

Основною перевагою оптичних давачів є можливість високоточного визначення положень колінчастого й розподільного валів.

Використання безконтактної системи запалювання уможливорює нагромадження в котушці, яка не має особливих відмінностей від котушок контактних систем запалювання, у 1,5...2,0 рази більшої електромагнітної енергії, при цьому розсіювана потужність зменшується у 2...3 рази.

Однак спільним недоліком усіх згаданих систем запалювання є неможливість отримати складну тримірну характеристику керування їх роботою (рис. 3.17), яка необхідна для дотримання все вищих вимог до екологічності та економічності роботи ДВЗ за умови збереження їх потужності.

Отримати такі характеристики можна лише в разі використання мікропроцесорної техніки.

Оснoву мікропроцесорної системи запалювання (рис. 3.18) становить блок керування 1, виконаний на базі мікропроцесора, в пам'ять якого занесена матриця оптимальних значень кутів випередження запалювання для різних умов роботи ДВЗ. З метою визначення умов роботи ДВЗ використовують

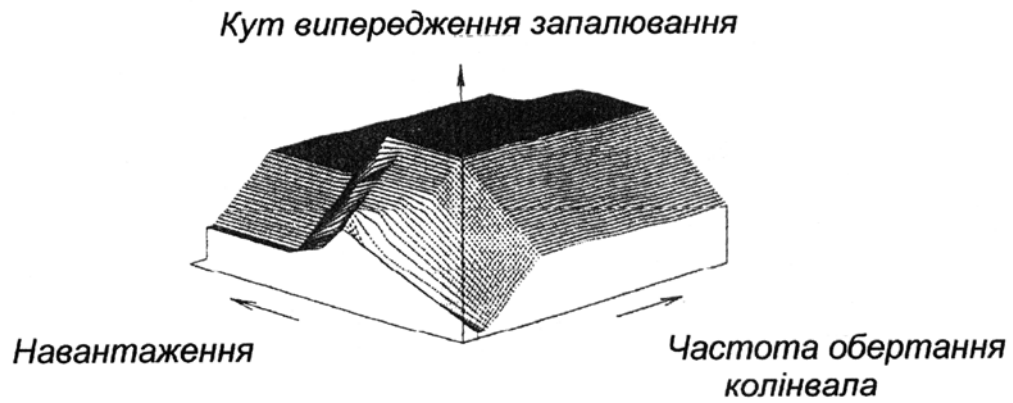
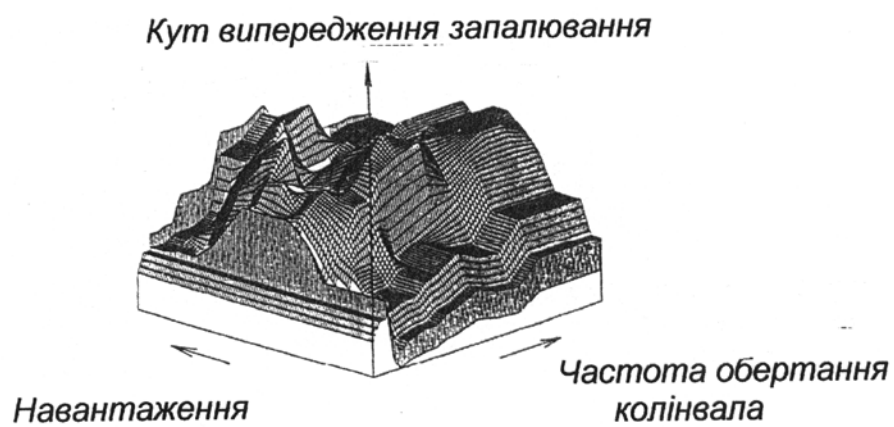
*a**б*

Рис. 3.17. Характеристики систем запалювання з вакуумно-відцентровим регулятором (*a*) та мікропроцесорною системою керування (*б*)

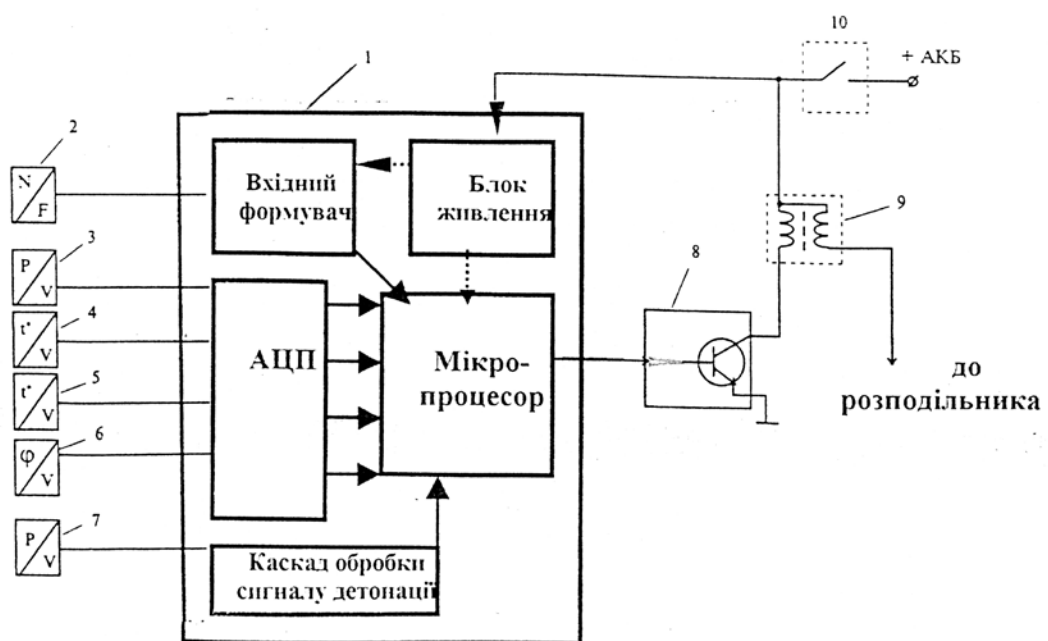


Рис. 3.18. Блок-схема мікропроцесорної системи запалювання

давачі частоти обертання та положення колінвала 2, навантаження 3, температури охолоджувальної рідини 4, температури повітря 5, положення дросельної заслінки 6, детонації 7. Після обробки отриманих від давачів сигналів блок керування вибирає з матриці відповідне оптимальне значення кута випередження запалювання та формує сигнал керування вихідним каскадом 8, який відповідає за зміни струму в первинній обмотці котушки запалювання 9. Вихідний каскад часто виноситься з блоку керування та розташовується біля котушки запалювання.

У сучасних ДВЗ з мікропроцесорними системами запалювання, окрім класичного (за допомогою розподільника), все ширше використовують також *статичний* спосіб розподілу високовольтної енергії між свічками окремих циліндрів.

Системи запалювання з статичним розподілом енергії DLI (Distributor Less Ignition) принципово відрізняються від контактних. У системах запалювання *DLI* відсутній механічний розподільник, а тому котушки запалювання безпосередньо з'єднані зі свічками, розподіл ж напруги здійснюється на первинній обмотці котушок запалювання. Ці системи виключають застосування елементів, на яких відбуваються втрати енергії, а також елементів, які зношуються. Системи зі статичним розподілом енергії виготовляють у двох виконаннях: з одно- і двоіскровими котушками запалювання.

Передовсім розглянемо системи з одноіскровими котушками запалювання (рис. 3.19). У таких системах кожна свічка має індивідуальну котушку запалювання [40].

Системи *DLI* з одноіскровими котушками запалювання можуть бути застосовані для будь-якої кількості циліндрів і не мають також обмежень на діапазон регулювання кута випередження запалювання. Додатковою перевагою цих систем є те, що при виході з ладу однієї котушки, перестане працювати лише один циліндр, однак система загалом збереже працездатність.

Електронний блок керування (ЕБК) включає в роботу котушки запалювання відповідно до встановленого порядку роботи циліндрів.

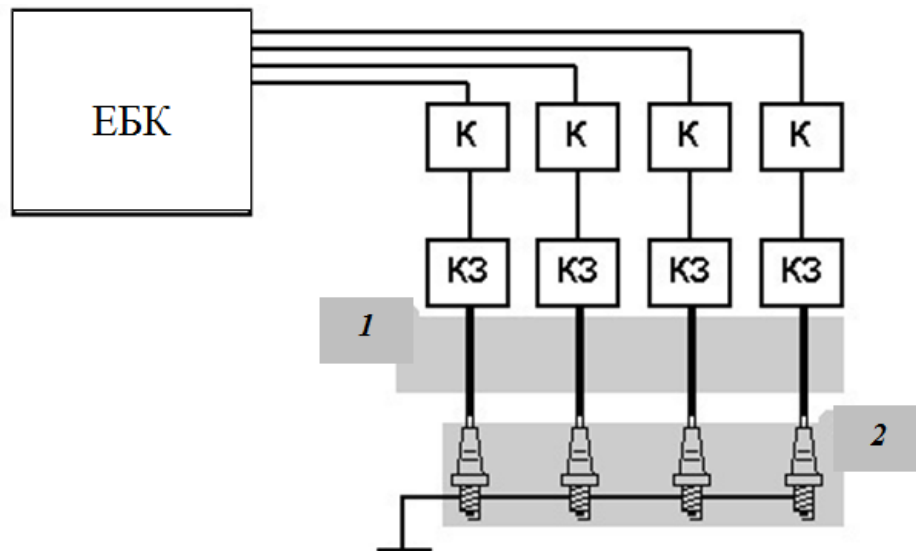


Рис. 3.19. Загальна схема систем незалежного запалювання:

1 – високовольтні проводи; 2 – свічки запалювання; ЕБК – електронний блок керування двигуном; К – комутатор; КЗ – котушка запалювання

Оскільки у такому випадку відсутні втрати енергії в розподільнику, то котушки запалювання можуть бути дуже компактних розмірів. Переважно ці котушки встановлюють безпосередньо над свічками запалювання. Водночас системи *DLI* передбачають застосування датчика обертання колінвала з метою синхронізації роботи системи запалювання з частотою обертання колінвала.

Комутатор у системах зі статичним розподілом енергії може бути виконаний як єдиний блок для всіх котушок запалювання або ж у вигляді окремих блоків для кожної котушки запалювання. Комутатор може також бути інтегрований в ЕБК або ж встановлюватися окремо.

Котушки запалювання також можуть встановлені окремо, так і єдиним блоком. Котушки також можуть бути об'єднані з комутаторами. Однак у будь-якому варіанті виконання котушки запалювання встановлюють окремо від електронного блоку управління.

Одним з найпоширеніших варіантів виконання систем запалювання зі статичним розподілом енергії є *COP*-системи (*Coil on Plug* – "котушка на свічці"), коли котушки запалювання встановлені безпосередньо на свічки (рис. 3.20). Такий варіант дає можливість повністю позбутись ще одного ненадійного компонента системи запалювання – високовольтних проводів.

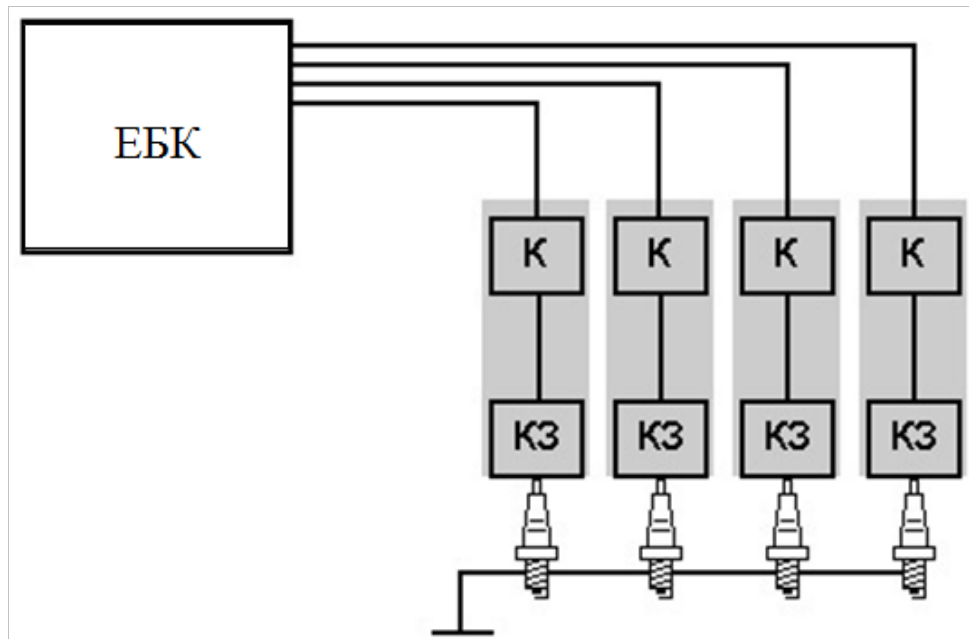


Рис. 3.20. Загальна схема системи незалежного запалювання у виконанні *COP* (Coil on Plug):

ЕБК – електронний блок керування двигуном; *К* – комутатор; *КЗ* – котушка запалювання

У системах *DIS* (Double Ignition System) з двоохіскровими котушками на кожні два циліндри припадає по одній котушці запалювання, кінці вторинної обмотки яких підключені до свічок запалювання у двох різних циліндрах (рис. 3.21) [40].

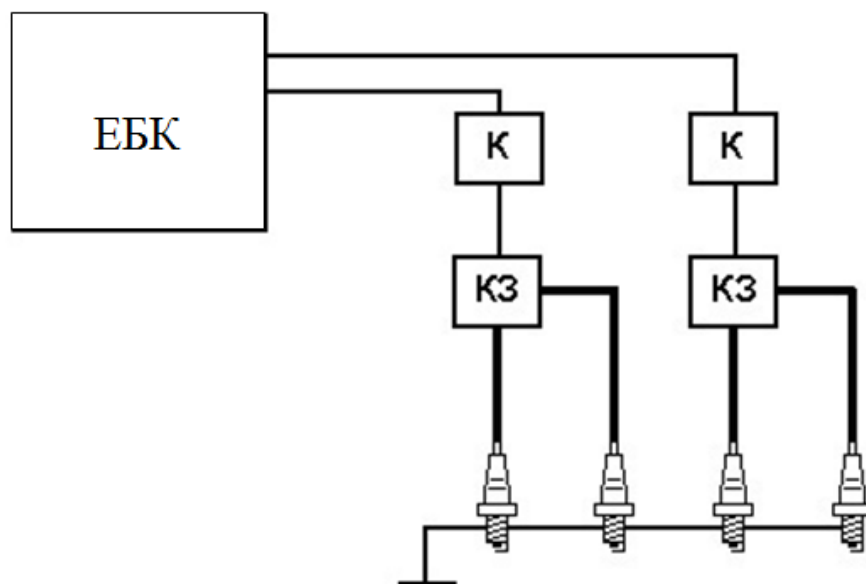


Рис. 3.21. Загальна схема системи незалежного запалювання *DIS* (Double Ignition System):

ЕБК – електронний блок керування двигуном; *К* – комутатор; *КЗ* – котушка запалювання

Циліндри вибрані так, що при такті стиску в одному циліндрі в іншому відбувався такт випуску (при парній кількості циліндрів). У момент запалювання на обох свічках відбувається іскроутворення. Однак на свічці запалювання першого циліндра котушка утворює «робочу іскру», а на свічці запалювання другого – «холосту».

Наприклад, у класичному 4-х циліндровому двигуні в першому та четвертому циліндрах поршні рухаються синхронно, займаючи одне й те ж положення (знаходяться у верхній або нижній мертвих точках одночасно), однак працюють на різних тактах. Коли перший циліндр перебуває на такті стиску, то четвертий циліндр – на такті випуску, і навпаки.

Котушки запалювання в системах *DIS* можуть встановлюватися як окремо від свічок, у такому разі використовують високовольні проводи, так і безпосередньо на свічах, як у *COP*-системах (рис. 3.22) – у цьому випадку високовольні проводи все одно використовуються для передачі розряду на свічках суміжних циліндрів.

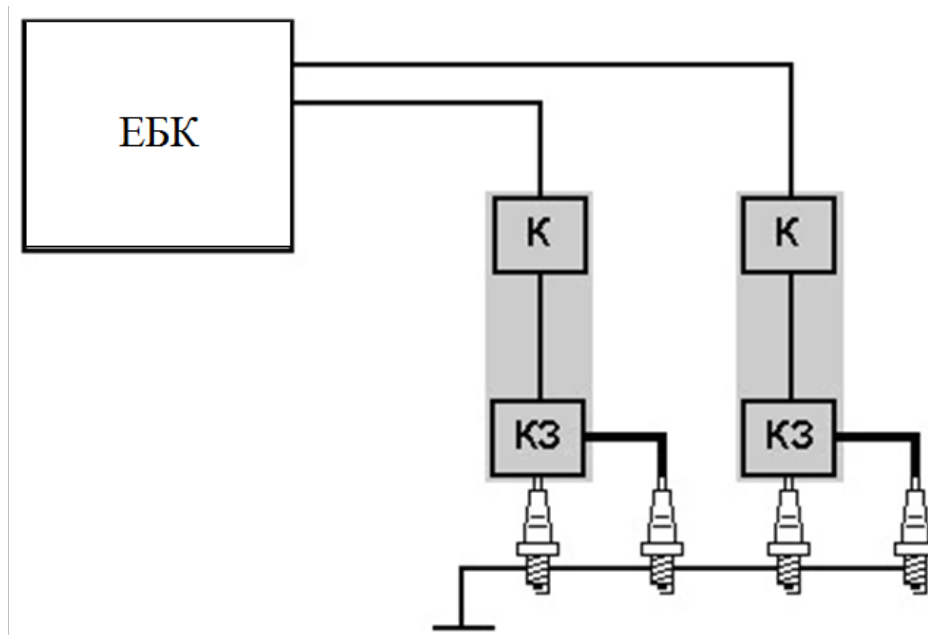


Рис. 3.22. Загальна схема системи незалежного запалювання *DIS-COP*:
ЕБК – електронний блок керування двигуном; *К* – комутатор; *КЗ* – котушка запалювання

Індивідуальний метод статичного розподілу високовольної енергії передбачає використання для кожної свічки запалювання окремої котушки, що встановлена, як правило, поруч (рис. 3.23).

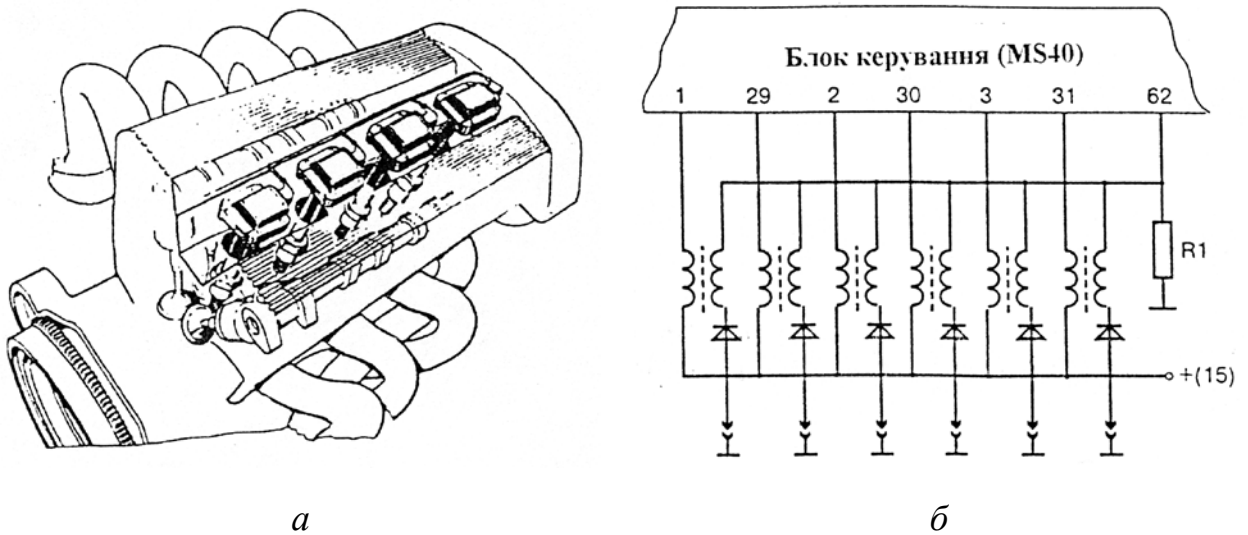


Рис. 3.23. Розташування котушок запалювання на двигуні (а) та схема (б) індивідуального методу статичного розподілу високовольтної енергії

У такому випадку високовольтні проводи взагалі відсутні, однак у вторинну обмотку кожної котушки під'єднано високовольтний діод, який унеможливує проходження струму зворотної полярності, а отже, запобігає несанкціонованому пробію іскрового проміжку свічки в момент t_1 виникнення струму в первинній обмотці (див. рис. 3.4).

Зменшення довжини або повна відсутність проводів високої напруги, а також відсутність додаткового іскрового проміжку “бігунок-кришка” в разі використання статичного розподілу високовольтної енергії зменшує ємність вторинного кола, а тому підвищує стійкість іскроутворення, надійність роботи всієї системи запалювання, зменшує рівень радіоперешкод.

Схема статичного розподілу високовольтної енергії за методом “*Waste Spark*” для 6-циліндрового двигуна подана на рис. 3.24.

Як бачимо, кожна із трьох котушок запалювання працює одночасно на свічки двох циліндрів двигуна, в яких такти стиску та випуску відбуваються одночасно. Одна зі свічок запалить робочу суміш, а інша спрацює вхолосту. Для одночасного спрацьовування двох свічок напруга вторинної обмотки повинна становити близько $U = 37$ кВ.

Слід також звернути увагу на те, що напруга лише на одній із двох свічок буде мати правильну полярність (рис. 3.25).

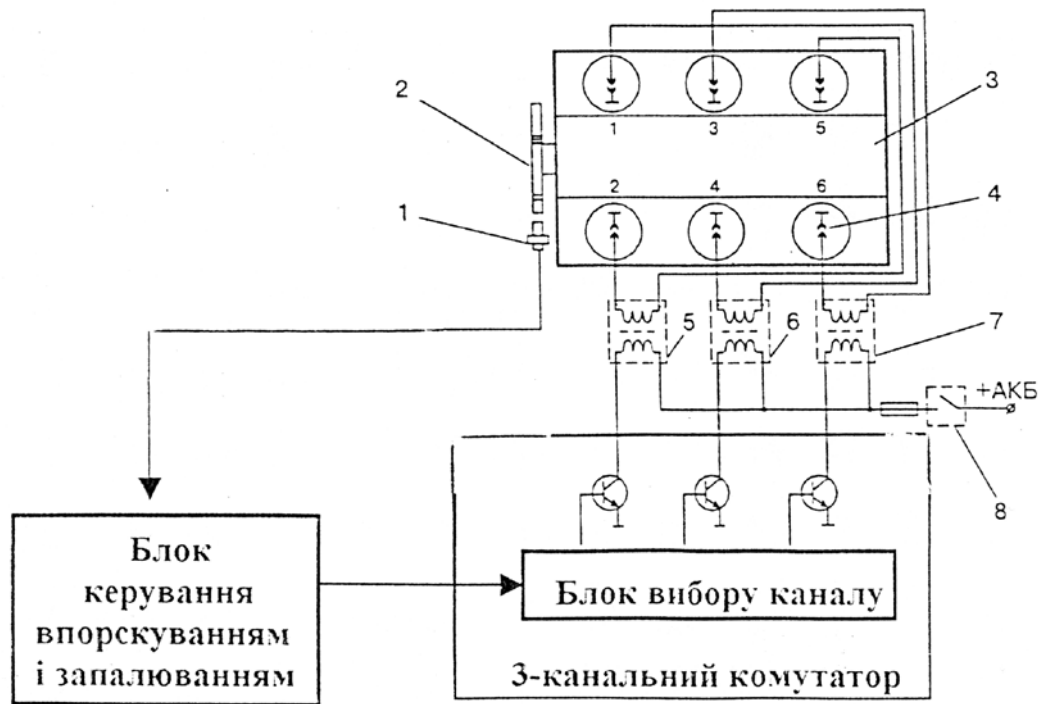


Рис. 3.24. Схема розподілу високовольтної енергії за методом "Waste Spark":

1 – давач частоти обертання та положення колінвала; 2 – маркерний диск;
3 – двигун; 4 – свічка запалювання; 5, 6, 7 – котушки запалювання; 8 – ключ запалювання

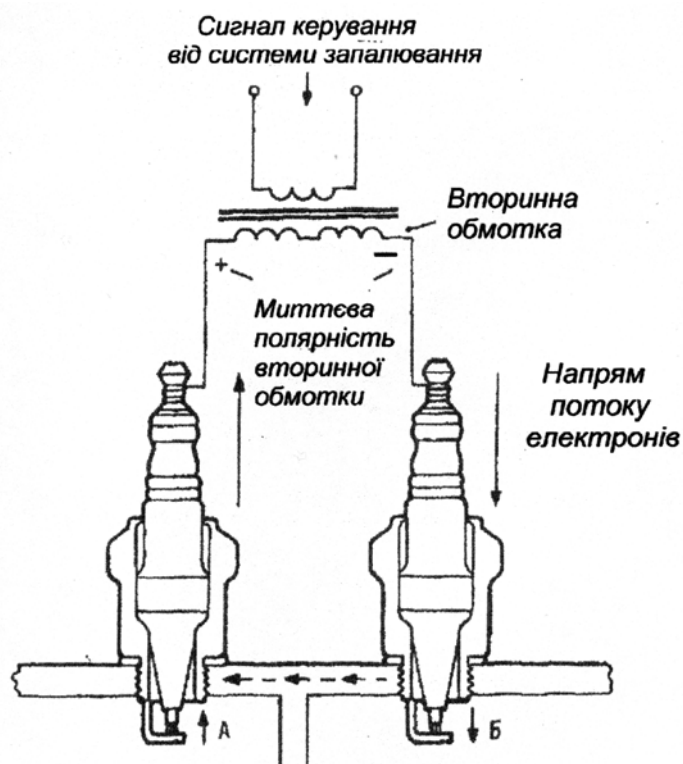


Рис. 3.25. Робота пари свічок у безконтактній системі запалювання зі статичним розподілом високовольтної напруги:

А – електрони переходять із бічного електрода на центральний (неправильний потік);
Б – електрони переходять із центрального електрода на бічний (правильний потік)

Для більшості сучасних двигунів використовуються комплексні мікропроцесорні системи одночасного керування запалюванням та впорскуванням палива. Це системи *Motronic* (рис. 3.26), які розроблені та серійно випускаються фірмою *BOSCH*, та системи *Fenix*, які розроблені та серійно випускаються фірмою *Simens-Bendix Automotive Electronics*.

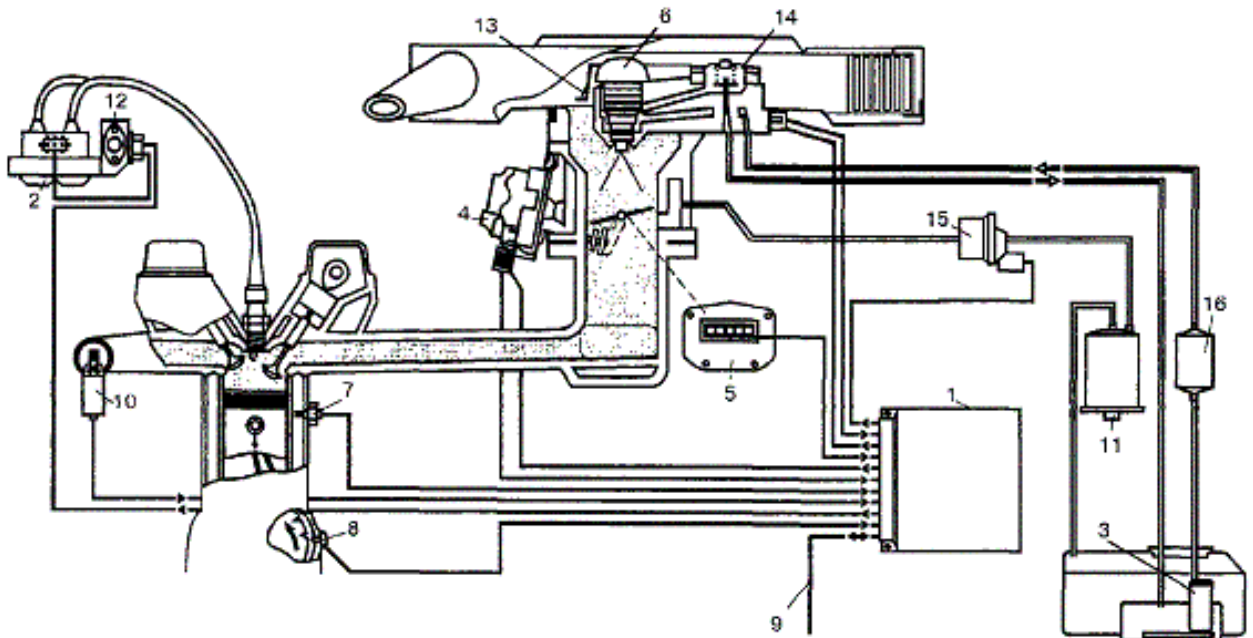


Рис. 3.26. Система *Mono-Motronic*:

1 – електронний блок управління, 2 – котушка запалювання, 3 – електричний паливний насос, 4 – регулятор холостого ходу, 5 – датчик положення дросельної заслінки, 6 – електромагнітна форсунка, 7 – датчик температури охолоджуючої рідини, 8 – датчик частоти обертання двигуна, 9 – роз'єм для діагностики, 10 – кисневий датчик ("лямбда-зонд"), 11 – ємність з активованим вугіллям для збору парів бензину (адсорбер), 12 – розподільник безконтактного електронного запалювання, 13 – дифузор з датчиком температури всмоктуваного повітря, 14 – регулятор тиску палива, 15 – зворотній паливний клапан, 16 – паливний фільтр

3.2. Котушки запалювання

Одним із найважливіших елементів будь-якої системи запалювання є котушка. *Котушка запалювання* – це підвищувальний автотрансформатором напруги, який служить для перетворення перервного струму низької напруги (12В) в струм високої напруги (11...25кВ), який потрібний для пробоя повітряного зазору між електродами свічки запалювання.

Принцип дії *індукційної котушки* запалювання полягає на виникненні у вторинній обмотці високої напруги при проходженні по первинній обмотці імпульсу струму низької напруги.

При замиканні контактів перервника K (рис. 3.27) через первинну обмотку L_1 протікає струм та наростає по експоненті до максимального значення [38, 39].

$$I_{\max 1} = \frac{U_a}{R_{L1}} \approx 2 \div 5 \text{ A} \quad (3.4)$$

де U_a – напруга акумулятора (мережі), В;

R_{L1} – опір первинної обмотки котушки запалювання, Ом.

Під час зміни струму в обмотці виникає електрорушійна сила (е.р.с.) індукції за допомогою зміни магнітного поля, створюваного в обмотці. Чим швидше змінюється магнітне поле (або струм), тим більша е.р.с. буде виникати.

Якщо розімкнути перервник (ключ K) струм в первинній обмотці різко знижується, спричинюючи швидку зміну магнітного поля. При цьому в первинній обмотці виникає е.р.с. самоіндукції до 300В, а у вторинній, завдяки ефекту трансформації ($K_{\text{тр}} = 20000/300 \sim 66$), виникає напруга, що перевищує 20кВ. Струм самоіндукції має той же напрям, що і перерваний струм.

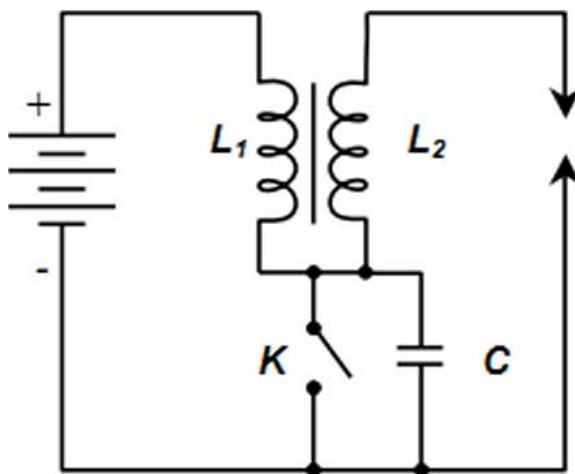


Рис. 3.27. Принципова схема
батарейно-катушкової системи
запалювання:

L_1 – первинна обмотка; L_2 – вторинна
обмотка; K – контакти перервника;
 C – конденсатор

Котушка запалювання з баластними резистором (варіатором).

Під час запуску двигуна котушка запалювання живиться від батареї, напруга якої знижений (до 6...8 В) через споживання стартером більшого струму, що призводить до зниження струму I_1 і напруги U_2 в первинній обмотці і розвитку котушкою вторинної напруги. Для усунення цього явища в деяких котушках запалювання застосовують додатковий (баластний) резистор R_d (рис. 3.28). Включений послідовно з первинної обмоткою котушки запалювання L_1 . З урахуванням цієї обставини первинна обмотка котушки запалювання розраховується на напругу 6...8 В, а інша напруга джерела втрачається на додатковому резисторі. Останній під час запуску двигуна закорочується, при цьому первинний струм зростає, що забезпечує достатню величину вторинної напруги для пробою іскрового проміжку свічки [38, 39].

Додатковий опір є також варіатором, тобто залежно від нагрівання змінює опір. На низьких обертах двигуна, струм, що протікає через первинну обмотку КЗ різко зростає, що небажано, оскільки внаслідок цього починають посилено обгоряти контакти переривника і зростає можлива вторинна напруга, яка (при збільшенні зазору між електродами свічки) може призвести до пробою бігунця-розподільника або в іншому "слабкому місці". Із зростанням температури, варіатор збільшує опір і зменшує первинний струм.

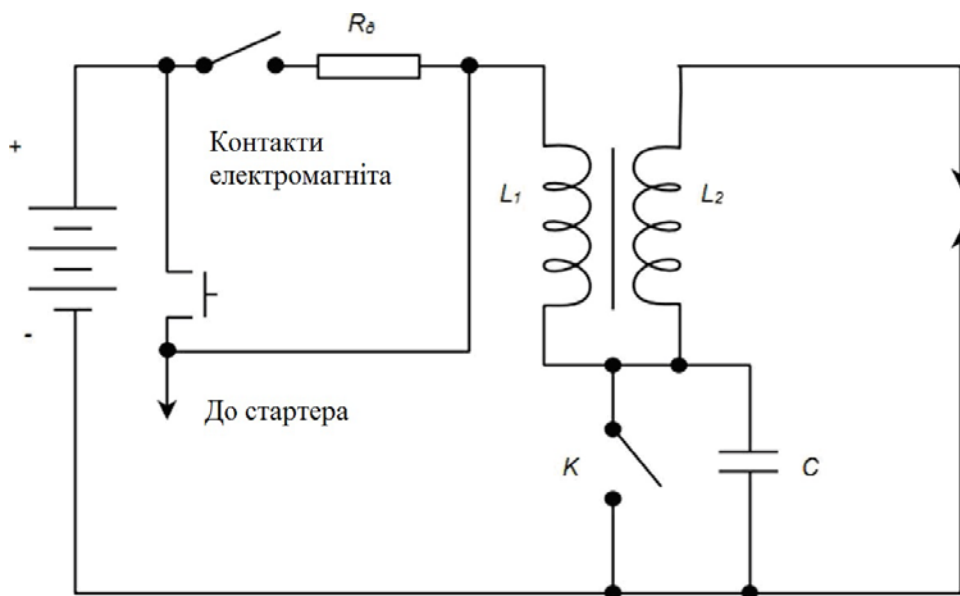


Рис. 3.28. Схема запалювання з додатковим резистором

У цьому випадку первинна обмотка розраховується на напругу 7...8 В, а решта напруги джерела живлення втрачається на додатковому резисторі. Під час запуску двигуна додатковий резистор R_d замикається контактами (або реле включення) стартера, і, незважаючи на зниження напруги батареї, первинна обмотка котушки запалювання отримує напругу, необхідну для її нормальної роботи.

Система з додатковим (баластовим) резистором має такі переваги [39]:

- ✓ підвищується надійність холодного пуску двигуна;
- ✓ первинна обмотка котушки запалювання має меншу індуктивність, завдяки чому підвищується швидкість зростання струму при включенні контактів і схема краще працює на високих обертах двигуна;
- ✓ внаслідок зниження напруги на первинній обмотці, знижується температура і підвищується ефективність роботи котушки.

За конструкцією магнітного ланцюга котушки запалювання поділяються на два типи [38]:

- ✓ з розімкнутим магнітним ланцюгом (рис. 3.29, а);
- ✓ із замкнутим магнітним ланцюгом (рис. 3.29, б).

У котушках з розімкнутим магнітним ланцюгом значну частину шляху магнітний потік проходить в повітрі, тому у повітряному просторі зосереджується основна частина електромагнітної енергії. У котушках із замкнутим магнітним ланцюгом основну частину шляху магнітний потік проходить через сталевий магнітопровід і тільки лише незначну частину шляху – через повітряні зазори величиною декілька десятих міліметра кожен. Електромагнітна енергія нагромаджується як у повітряних зазорах, так і в сталі.

Для виготовлення котушок із замкнутим магнітним ланцюгом використовується менше міді (за масою), ніж в котушках з розімкнутим ланцюгом, однак більше сталі.

За виконанням обмоток, котушки з розімкнутим магнітним ланцюгом поділяються на два типи [38]:

- 1) з внутрішньої первинною обмоткою;
- 2) зовнішньої первинною обмоткою.

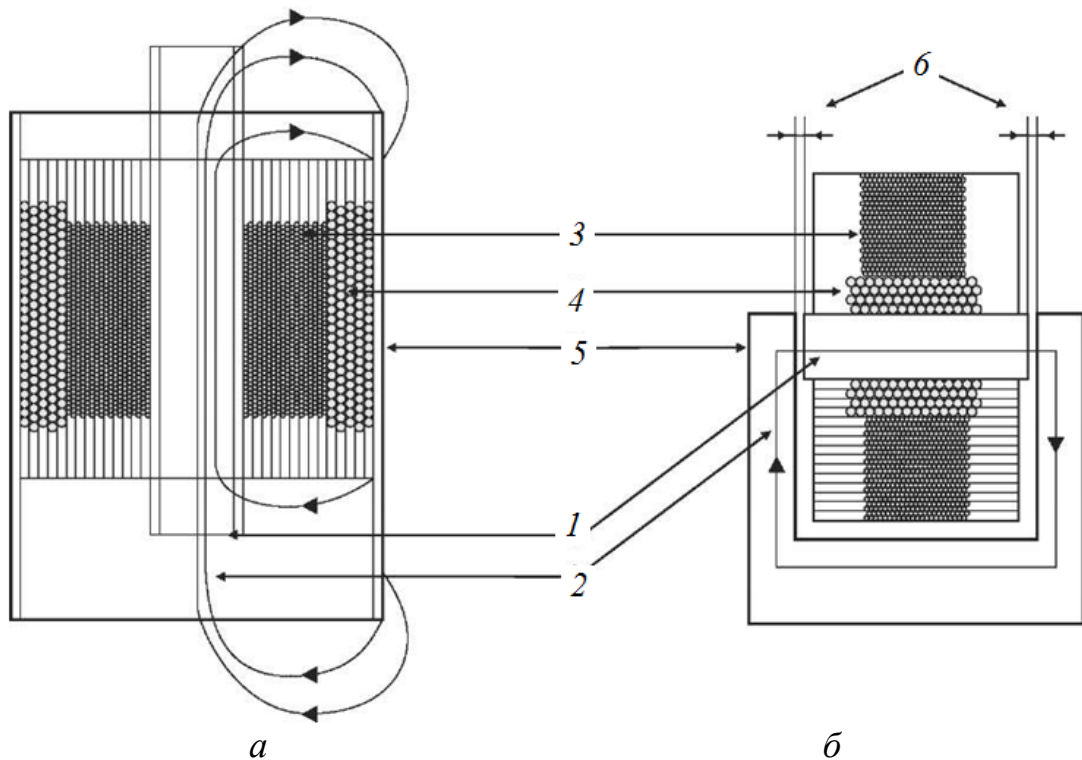


Рис. 3.29. Ескіз катушки запалювання:

а – з розімкнутим магнітним ланцюгом,

б – з замкнутим магнітним ланцюгом;

1 – осердя; 2 – лінії магнітного потоку; 3 – вторинна обмотка; 4 – первинна обмотка; 5 – зовнішній магнітопровід; 6 – повітряні зазори

Останні мають ряд переваг: кращі умови охолодження; менша маса дроту вторинної обмотки, що здешевлює їх виготовлення; менший опір вторинної обмотки. Тому переважно катушки виготовляють із зовнішньої первинною обмоткою.

За типом ізоляції катушки запалювання (КЗ) поділяють на маслонаповнені і "сухі". Трансформаторне масло в катушці запалювання відіграє роль додаткової ізоляції обмоток та здійснює тепловідвід.

У «сухих» катушках запалювання роль ізолятора виконує компаунд.

Типова автомобільної катушки запалювання (рис. 3.30) – це електричний автотрансформатор з розімкнутим магнітним ланцюгом.

Осердя 7 катушки набране з пластин трансформаторної сталі, товщиною 0,35 мм, ізольованих один від одного окатиною для зниження вихрових струмів Фуко.

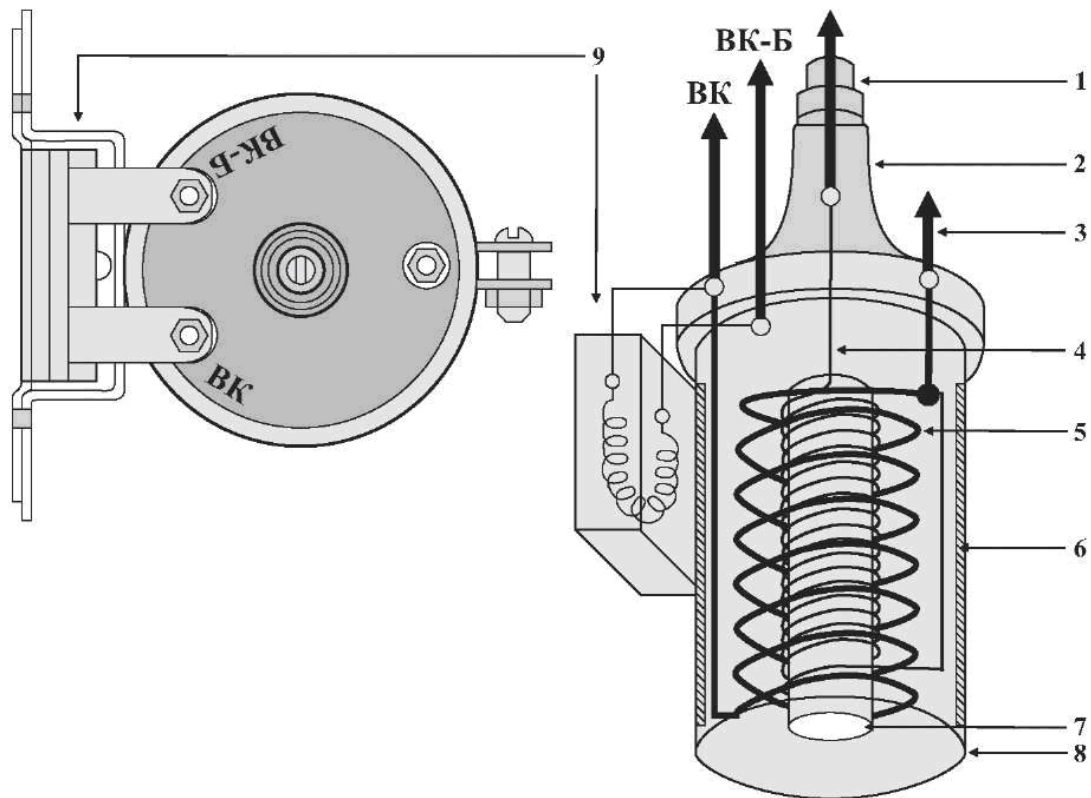


Рис. 3.30. Будова КЗ з трьома вивідними клемми (Б117, 27.3705 тощо):

1 – високовольтна клемма; 2 – кришка; 3 – безіменна клемма; 4 – вторинна обмотка;
5 – первинна обмотка; 6 – зовнішній магнітопровід; 7 – осердя; 8 – корпус КЗ;
9 – R_d – додатковий резистор (варіатор)

Осердя захищене ізолюючою трубкою, на яку намотана вторинна обмотка 4. Кожен шар вторинної обмотки ізолюваний конденсаторним папером, а останні шари намотані із зазором між витками 2...3 мм, щоб зменшити небезпеку пробоею ізоляції [38].

Первинна обмотка 5 намотана поверх вторинної обмотки, що полегшує відведення від неї тепла. Корпус 8 котушки виготовлено з листової сталі. Усередині корпусу встановлений зовнішній магнітовідвід 6 з трансформаторної сталі. Фарфоровий ізолятор (знизу) і карболітова кришка 2 (зверху) запобігають можливості пробоею між сердечником і корпусом котушки. Кришка має чотири вивідні клемми: центральну – високовольтну 1 і три низьковольтних – безіменну 3 і клемми «ВК» (включення) і «ВК-Б» (включення від батареї). Один кінець вторинної обмотки виводиться до клемми високої напруги 1 через контактну пластину і пружину (на рис. 3.30 не зображені).

Високовольтна клема 1 за допомогою наконечника з'єднується через високовольтний провід з центральним електродом кришки розподільника. Інший кінець вторинної обмотки та кінець первинної обмотки з'єднані між собою (автотрансформаторний зв'язок обмоток) і підведені до безіменної клеми 3 на кришці. Ця клема з'єднується з клемою «Р» розподільника. Інший кінець первинної обмотки з'єднаний із клемою «ВК».

Простір між обмотками і корпусом котушки заповнено ізолюючим наповнювачем – трансформаторним маслом. Герметичність карболітової кришки в кожусі забезпечується прокладкою [38].

До клем "ВК-Б" приєднаний додатковий резистор 9, встановлений в керамічному ізоляторі. Додатковий резистор може кріпитися як на самій котушці (див. рис. 3.30), так і окремо від неї. Опір резистора залежно від типу котушки становить 1,0...1,9 Ом.

У деяких системах запалювання додатковий резистор відсутній, це зумовлено високими характеристиками електропускової системи, завдяки чому напруга батареї під час запуску знижується несуттєво.

Особливістю катушок запалювання Б117(-А) і Б-115В (рис. 3.31), є великий опір первинної обмотки (якщо випадково залишити включеним запалювання, катушка не вийде з ладу, а відбудеться повний розряд акумуляторної батареї).

Індукційні катушки контактно-транзисторних і безконтактних систем запалювання.

Конструкція катушок для контактно-транзисторної (КТЗ) і безконтактної (БСЗ) системи запалювання аналогічна конструкції катушок класичної батарейної системи запалювання. Різниця в основному полягає в кількості витків обмоток [38].

Один кінець вторинної обмотки (рис. 3.31) з'єднаний з високовольтним виводом, а другий з корпусом КЗ, на масу. При такому виведенні вторинної обмотки унеможлиблюється вплив високої напруги на вихідний (силовий) транзистор комутатора.

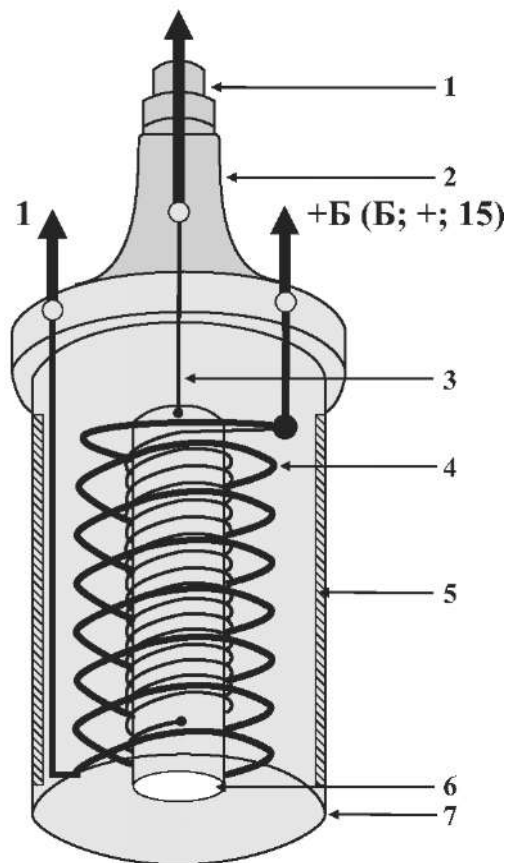


Рис. 3.31. Будова КЗ з трьома вивідними клемами (Б117, 27.3705 та ін):

1 – високовольтна клема; 2 – кришка;
3 – вторинна обмотка; 4 – первинна обмотка;
5 – зовнішній магнітопровід; 6 – осердя;
7 – корпус КЗ

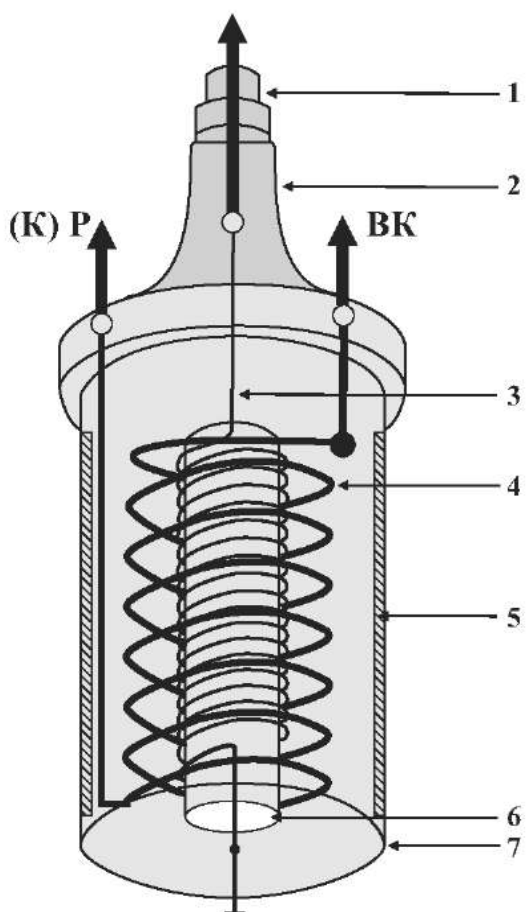


Рис. 3.32. Будова КЗ з трьома вивідними клемами (Б117, 27.3705 та ін.):

1 – високовольтна клема; 2 – кришка;
3 – вторинна обмотка; 4 – первинна обмотка;
5 – зовнішній магнітопровід;
6 – осердя; 7 – корпус КЗ

Під час монтажу на автомобіль катушки запалювання даного типу необхідно забезпечити надійне з'єднання її корпусу із масою.

Катушка Б118 застосовується з комутатором ТК-200, використання інших катушок з цим комутатором неможливе.

Маслонповнена катушка Б116 взаємозамінна з "сухою" 31.3705, але Б116 є більш стійкою до перегрівів та інших навантажень.

Деякі характерні особливості КЗ для безконтактної системи запалювання [35, 38, 39]:

- у конструкції катушки 27.3705 передбачений спеціальний клапан, який спрацьовує при збільшенні тиску масла в КЗ внаслідок, наприклад, виходу з ладу електронного комутатора при включеному запалюванні. Введення такого клапана запобігає небезпеці вибуху КЗ і виникненню займання. Якщо клапан не спрацює, то в кращому випадку, може згоріти первинна обмотка, зважаючи на її малий опір;
- при виготовленні кришок 2 (див. рис. 3.30) застосовується не звичні карболіт або фенопласт, а дугостійкий склонаповнений полібутилен-терефталат (цей матеріал має характерний світло-сірий колір і високі ізоляційні властивості та хорошу еластичність, що запобігає виникненню розколів і розвитку тріщин).

Істотно відрізняється від традиційної конструкція і технологія виготовлення КЗ для систем запалювання з низьковольтним розподілом.

Наприклад, двохіскрова катушка 29.3705 (рис. 3.33), що застосовується у складі мікропроцесорної системи запалювання на автомобілях ВАЗ-21083,



Рис. 3.33. Зовнішній вигляд двохіскрової катушки запалювання 29.3705

виконана за спеціальною технологією, яка передбачає обробку обмоток епоксидними компаундами і з наступним обпресуванням обмоток морозостійким поліпропіленом, що утворює власне корпус КЗ. Порядок намотування обмоток змінений: на осердя, набране з тонких пластин електротехнічної сталі, намотана спочатку первинна (низьковольтна) обмотка, а потім вторинна (високовольтна).

Подальше покращання характеристик КЗ пов'язане з удосконаленням конструкції та технології виробництва котушок із замкнутою магнітною системою, які мають великі коефіцієнти передачі енергії й забезпечують більшу тривалість іскрового розряду порівняно з котушками із розімкнутою системою при однаковій енергії, що запасається в первинному ланцюзі. Прикладом може слугувати котушка запалювання 3122.3705 (рис. 3.34, а) [35,38, 39].

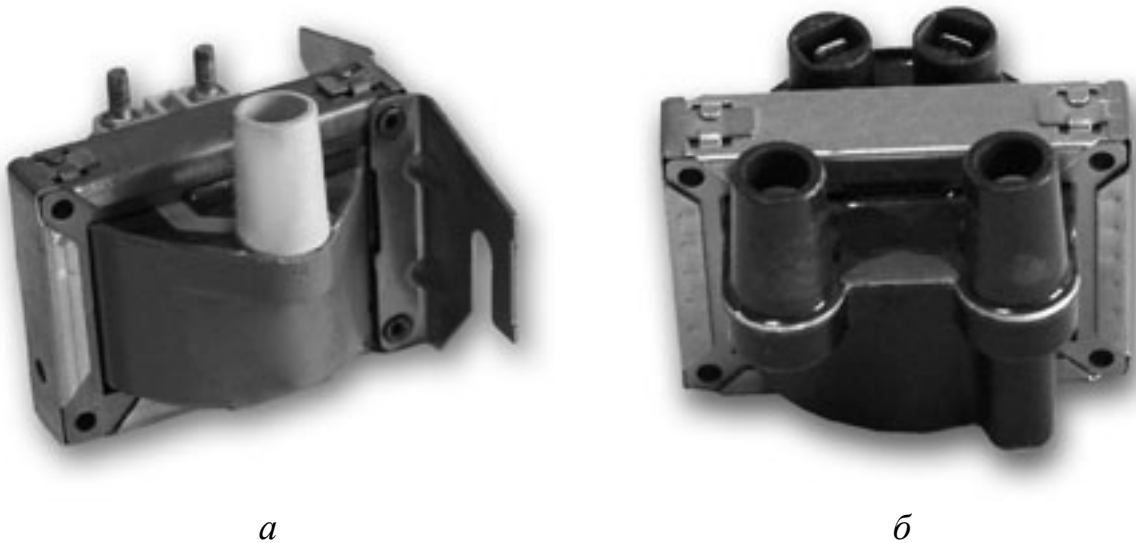


Рис. 3.34. Зовнішній вигляд сучасної котушки запалювання:

а – з одним високовольтним виводом, *б* – з двома високовольтними виводами (двоіскрова)

Одно- та двовивідні котушки запалювання: майже однакові, проте мають певні особливості (рис. 3.35). Початок і кінець кожної з обмоток умовно позначені символами відповідно Н і К. У котушках запалювання з двома високовольтними виводами відсутній контакт між первинною і вторинною обмотками, при цьому вторинна складається з декількох секцій і розташовується поверх первинної (див. рис. 3.35, б) [35, 38, 39].

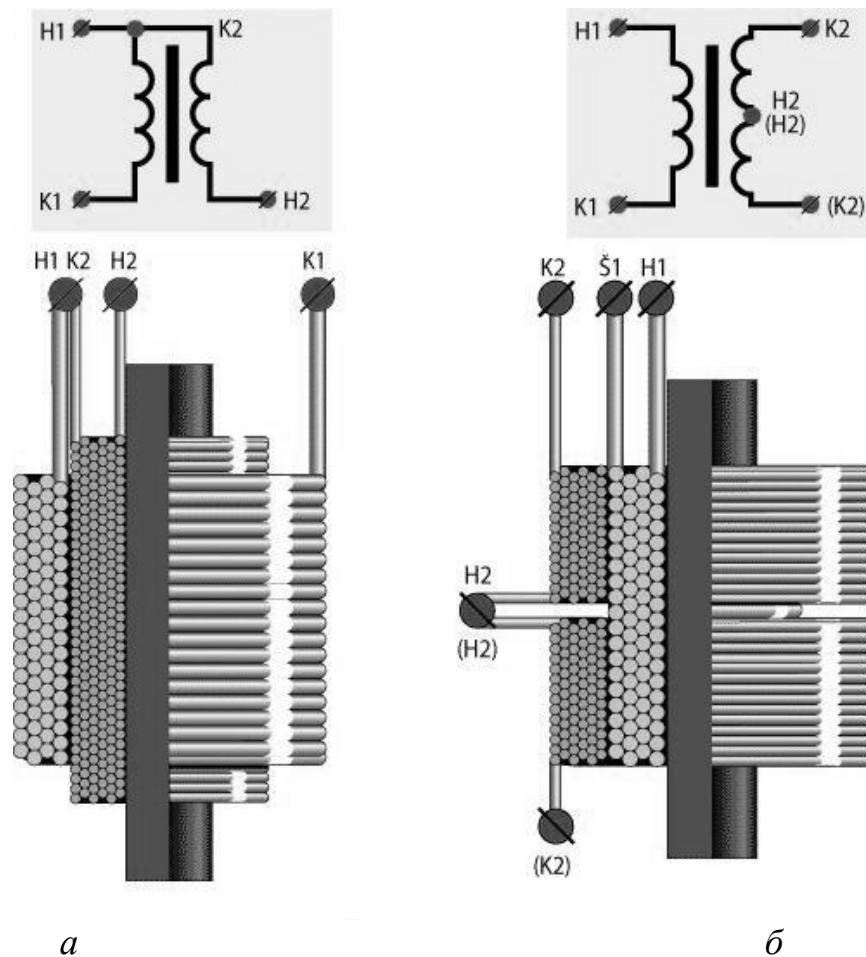


Рис. 3.35. Будова катушки запалювання:

а – з одним високовольтним виводом, б – з двома високовольтними виводами.

Працює двовивідна КЗ так само, як і одновивідна. Слід зауважити, що одночасно виникають не два розряди, а один. Два синхронні іскрові розряди в різних циліндрах – насправді один і той же розряд, струм якого протікає через послідовно з'єднані іскрові проміжки свічок. При цьому корисну роботу виконе лише одна зі згаданих іскор (рис. 3.36).

Виводи катушки запалювання 1 з'єднані зі свічками першого та четвертого циліндрів. Під час переривання подачі струму на первинну обмотку цієї КЗ відбудеться пробій іскрових зазорів у двох циліндрах, проте енергія іскрового розряду, що виділяється при цьому розподілиться між ними по-різному.

Оскільки енергія іскрового розряду прямо пропорційна до тиску в циліндрі, то кількість енергії, яка виділиться у першому циліндрі, буде набагато більшою, ніж у четвертому циліндрі, який безпосередньо з'єднаний з атмосферою. Таким чином у першому циліндрі відбудеться запалювання

робочої суміші, а в четвертому – енергія, порівнянна з втратами в іскрових проміжках перервника, марно розсіється. Через один такт процес відбудеться навпаки – розряд в *четвертому* циліндрі співпаде із закінченням такту стиску, а в *першому* спрацює вхолосту. Друга котушка аналогічним чином керує запалюванням суміші у *другому* та *третьому* циліндрах [35].

Щоб забезпечити порядок спрацьовування КЗ, достатньо по-черзі підключати до низьковольтного джерела живлення їх первинні обмотки – подібний спосіб розподілу іскрових розрядів називають безконтактним або статичним. Саме так працюють двохвивідні котушки на двигунах, які обладнані мікропроцесорними системами запалювання.

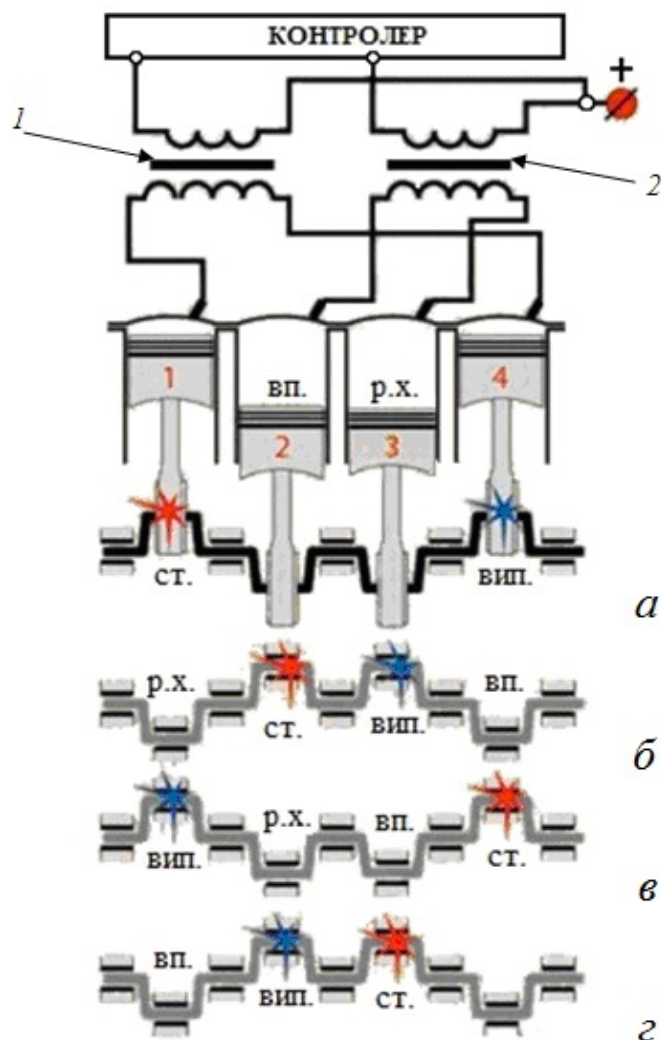


Рис. 3.36. Робота двовивідної котушки запалювання в чотиритактному чотирициліндровому двигуні:

червоний колір – "корисне" іскроутворення на такті стиску,
синій колір – "холості" розряди на такті випуску

3.3. Розподільники запалювання

Перервник-розподільник (рис. 3.37) призначений для роз'єднання первинного кола котушки запалювання, розподілу імпульсів високої напруги по циліндрах двигуна в необхідній послідовності, встановлення початкового кута випередження запалювання та автоматичного регулювання кута випередження запалювання залежно від частоти обертання колінвала й навантаження двигуна.

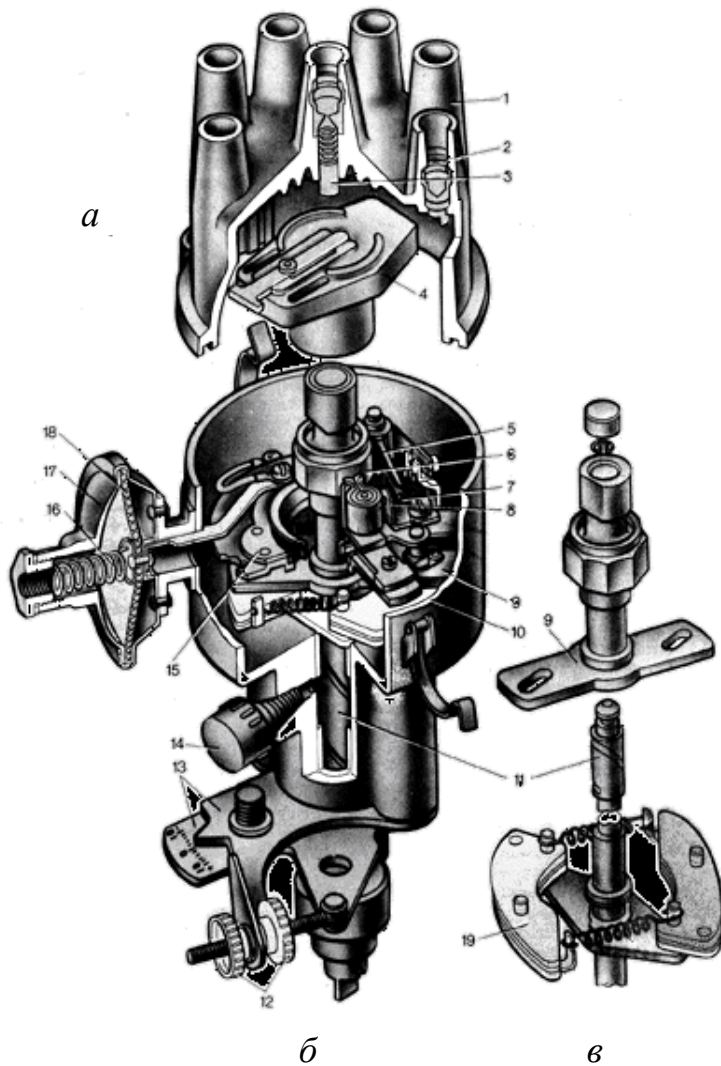


Рис. 3.37. Перервник-розподільник Р199-Б контактної системи запалювання:

а – розподільник,
б – перервник,
в – відцентровий регулятор;

- 1 – кришка; 2 – затискач;
- 3 – відцентровий контакт;
- 4 – ротор; 5 – важіль;
- 6 – кулачок; 7 – рухомий контакт переривника;
- 8 – нерухомий контакт;
- 9 – пластина кулачка;
- 10 – корпус; 11 – валик;
- 12 – регульовальні гайки;
- 13 – пластини октан-коректора;
- 14 – маслянка;
- 15 – пружина;
- 16 – рухомий диск;
- 17 – вакуумний регулятор випередження запалювання;
- 18 – діафрагма;
- 19 – вантажі

У розподільниках безконтактної системи запалювання з магніто-електричним давачем (рис. 3.38, *а*) вузол перервника замінено власне давачем (рис. 3.38, *б*).

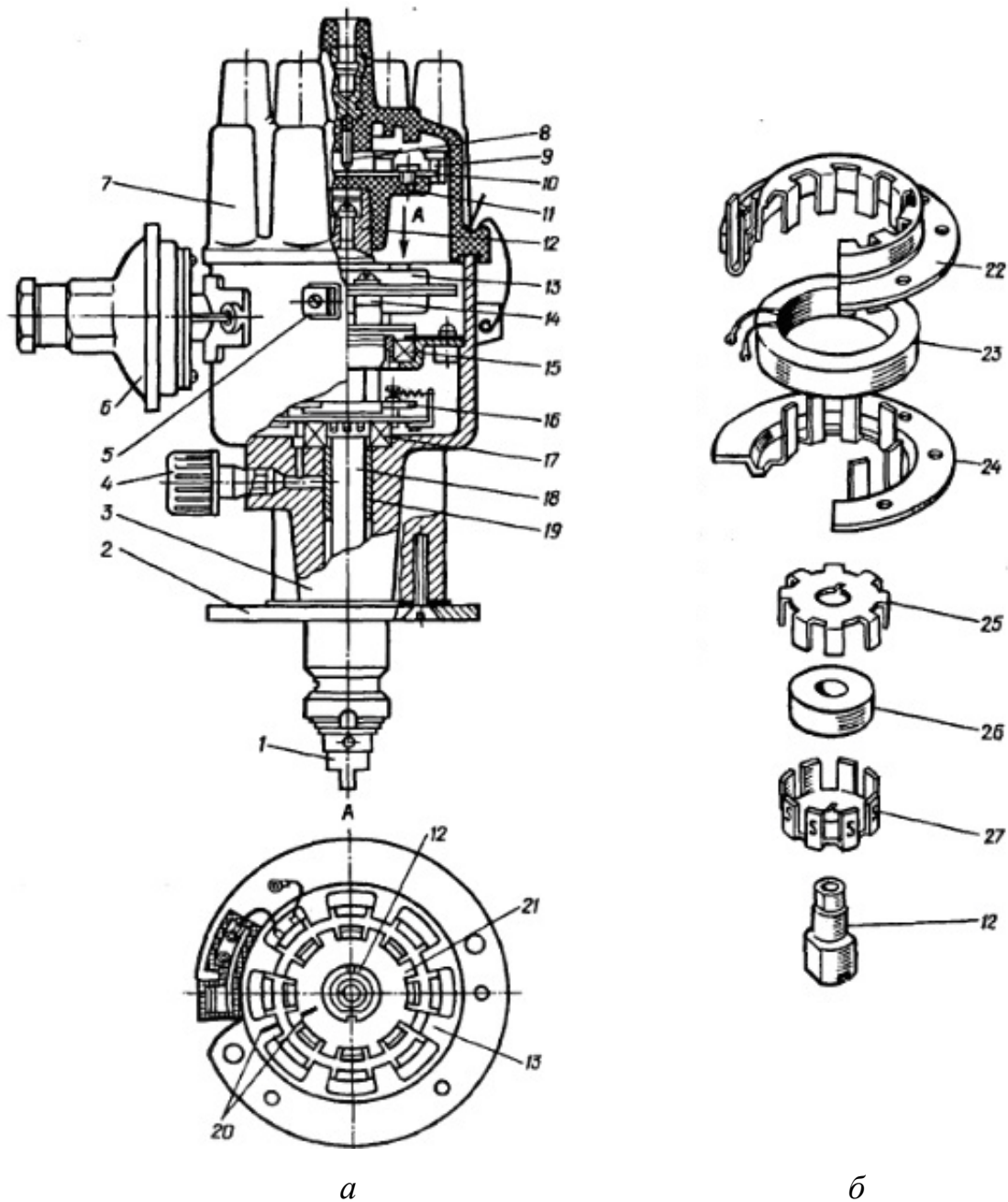


Рис. 3.38. Розподільник 24.3706 безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним давачем:

- а – розподільник; б – давач;*
 1 – з'єднувальний шип; 2 – пластина октан-коректора; 3 – корпус; 4 – прес-маслянка;
 5 – вивід статора; 6 – вакуумний регулятор; 7 – кришка; 8 – вугільний контакт;
 9 – постійний магніт ротора; 10 – електрод бігунка; 11 – бігунок; 12 – втулка;
 13 – статор; 14 – опори статора; 15 – підшипник; 16 – відцентровий регулятор;
 17 – підшипник; 18 – валик; 19 – підшипник валика; 20 – мітки встановлення початкового
 кута випередження запалювання; 21 – ротор; 22, 24 – полюсні пластини; 23 – обмотка;
 25, 27 – обійми; 26 – постійний магніт

Будова розподільників безконтактної системи запалювання з давачем Холла подана на рис. 3.39, а з оптичним давачем – на рис. 3.40.

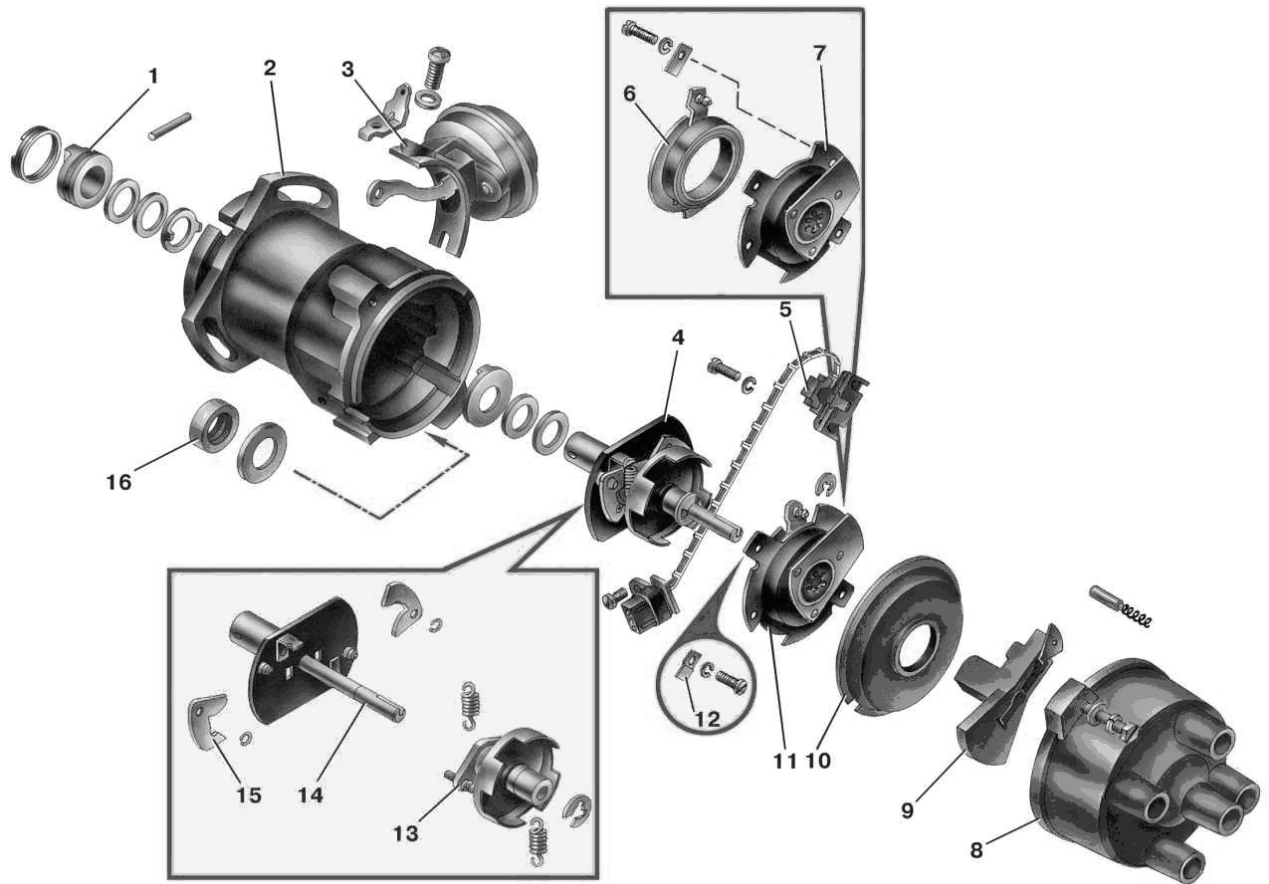


Рис. 3.39. Розподільник безконтактної системи запалювання з давачем Холла:

1 – муфта; 2 – корпус; 3 – вакуумний регулятор; 4 – відцентровий регулятор; 5 – давач Холла; 6 – пластина опорна давача з підшипником в зборі; 7 – тримач переднього підшипника валика; 8 – кришка; 9 – ротор; 10 – захисний екран; 11 – тримач переднього підшипника валика в зборі з опорною пластинною давача Холла; 12 – шайба кріплення проводів; 13 – ведена пластина відцентрового регулятора з екраном; 14 – валик з ведучою пластинною відцентрового регулятора; 15 – вантажі; 16 – сальник

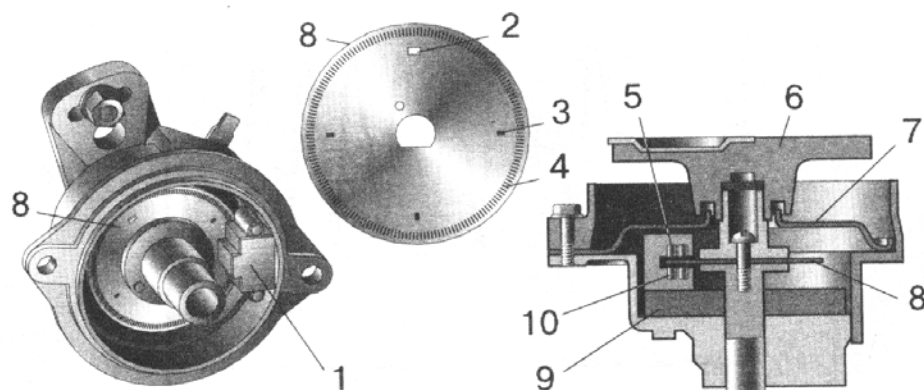


Рис. 3.40. Розподільник запалювання з оптичним давачем:

1 – оптичний давач; 2 – вікно ідентифікації першого циліндра; 3 – внутрішні вікна; 5 – світлодіоди; 6 – бігунок; 7 – захисна кришка; 8 – маркерний диск; 9 – підсилювач; 10 – фотодіоди

3.4. Свічки запалювання

Свічка запалювання була винайдена у 1860 році Джоном Ленуаром і з того часу змінилась незначно. Свічка запалювання працює у важких умовах різких коливань тиску й температури (в камері згоряння температура може досягати $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$, а тиск – 5 МПа).

Свічки запалювання виготовляють нерозбірними, а ізоляція електродів здійснюється керамічним ізолятором (рис. 3.41), який повинен мати великий опір, хорошу теплопровідність і високу міцність.

Корпус 5 свічки виготовляють зі сталі. Найбільш придатним матеріалом для електродів 9, 12 вважають нікель, хоч інколи застосовують мідні електроди, вкриті нікелем або ж платиною.

Посадочні поверхні свічок запалювання можуть бути плоскими (рис. 3.42, а) або конічними (рис. 3.42, б). Для свічок з плоскою посадочною поверхнею для надійного ущільнення додатково застосовують шайбу.

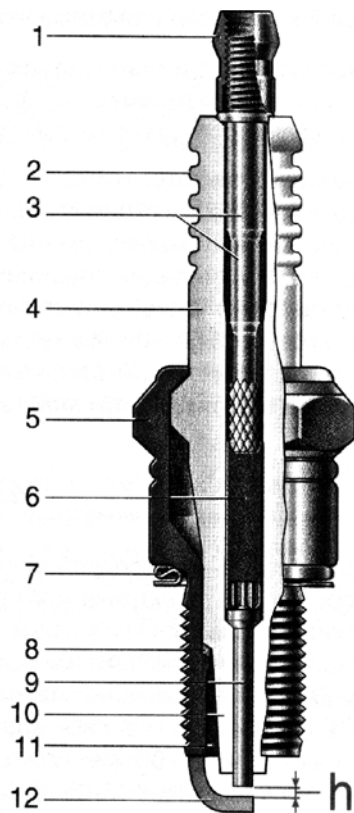


Рис. 3.41. Свічка запалювання:

- 1 – контактна гайка; 2 – ребра ізолятора (бар'єри втрат струму); 3 – контактний стержень; 4 – керамічний ізолятор;
- 5 – корпус; 6 – пробка склогерметика;
- 7 – ущільнювальне кільце;
- 8 – теплопровідна шайба;
- 9 – центральний електрод;
- 10 – тепловий конус ізолятора;
- 11 – робоча камера; 12 – бічний електрод;
- h – іскровий проміжок

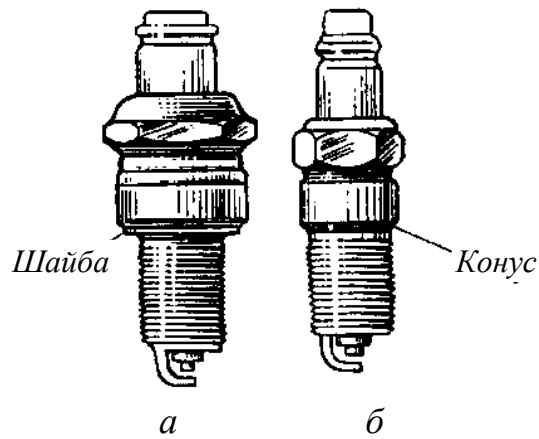


Рис. 3.42. Свічки з плоскою (а) та конічною (б) посадочною поверхнею.

Раніше найпоширенішими були свічки запалювання, в яких центральний електрод знаходився в одній площині з торцем корпусу (рис. 3.43, а). Перевагою свічок із виступаючим ізолятором (рис. 3.43, б) є те, що в них значно швидше досягається температура, при якій відбувається самоочищення від продуктів неповного згоряння.

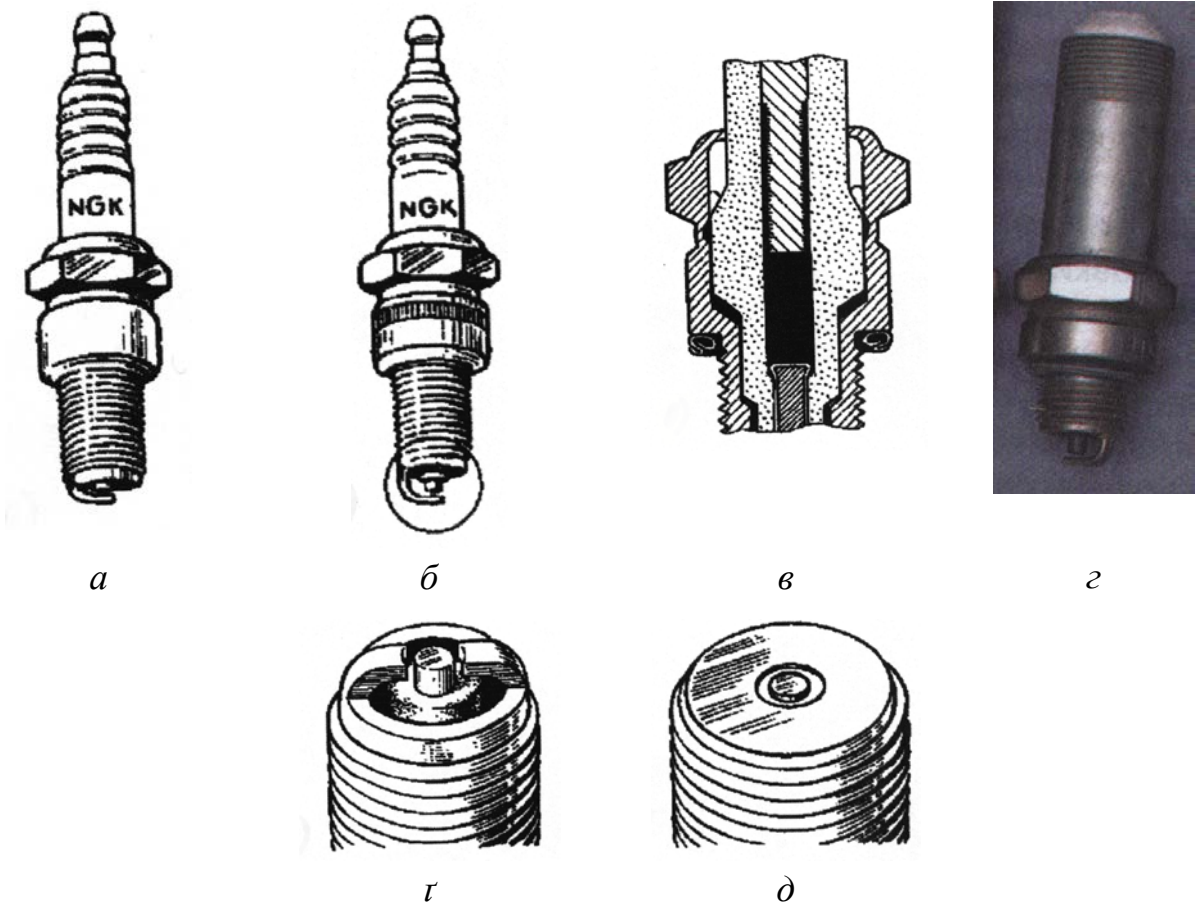


Рис. 3.43. Типи свічок запалювання

На окремих моделях двигунів фірм *General Motors* і *Ford* застосовують свічки з додатковим вугільним резистором між центральним електродом і наконечником свічки (рис. 3.43, в), що забезпечує зменшення радіоперешкод під час роботи двигуна. З цією ж метою застосовують екрановані свічки (рис. 3.43, з). У роторних двигунах, які мають інтенсивніший тепловий режим, порівняно з поршневими, застосовують свічки запалювання з двома боковими електродами (рис. 3.43, г). У свічках з двома боковими електродами зменшено зазор між електродами, що зменшує концентрацію окису вуглецю у відпрацьованих газах. Свічки з поверхневим розрядом (рис. 3.43, д), які забезпечують стійку роботу двигуна навіть при сильному їх забрудненні, застосовують для систем запалювання з розрядом конденсатора.

Відомі конструкції свічок запалювання, в яких робоча камера виконана у вигляді форкамери (рис. 3.44). Їх використовують з метою покращання згоряння робочої суміші, однак вони схильні до нагароутворення.

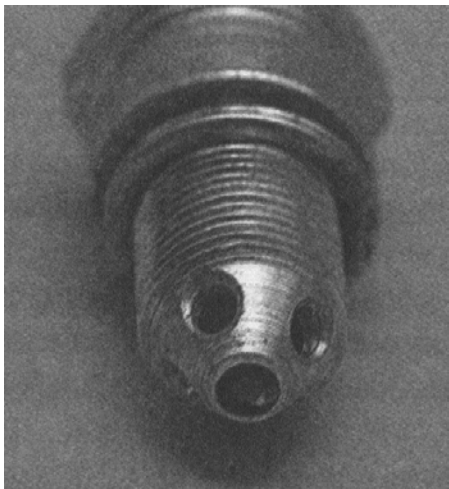


Рис. 3.44. “Форкамерна” свічка запалювання

На циліндричній частині корпусу електрода свічок запалювання, виготовлених в Україні, Росії чи Білорусі, наносять маркування, яке містить таку інформацію (рис. 3.45):

- позначення різьби на корпусі (А – різьба метрична 14×1,25 або М – різьба метрична 18×1,5);
- розмір шестигранника під ключ (У – 16 мм; М – 19 мм). Якщо позначення відсутнє, то розмір під ключ – 20,8 мм;

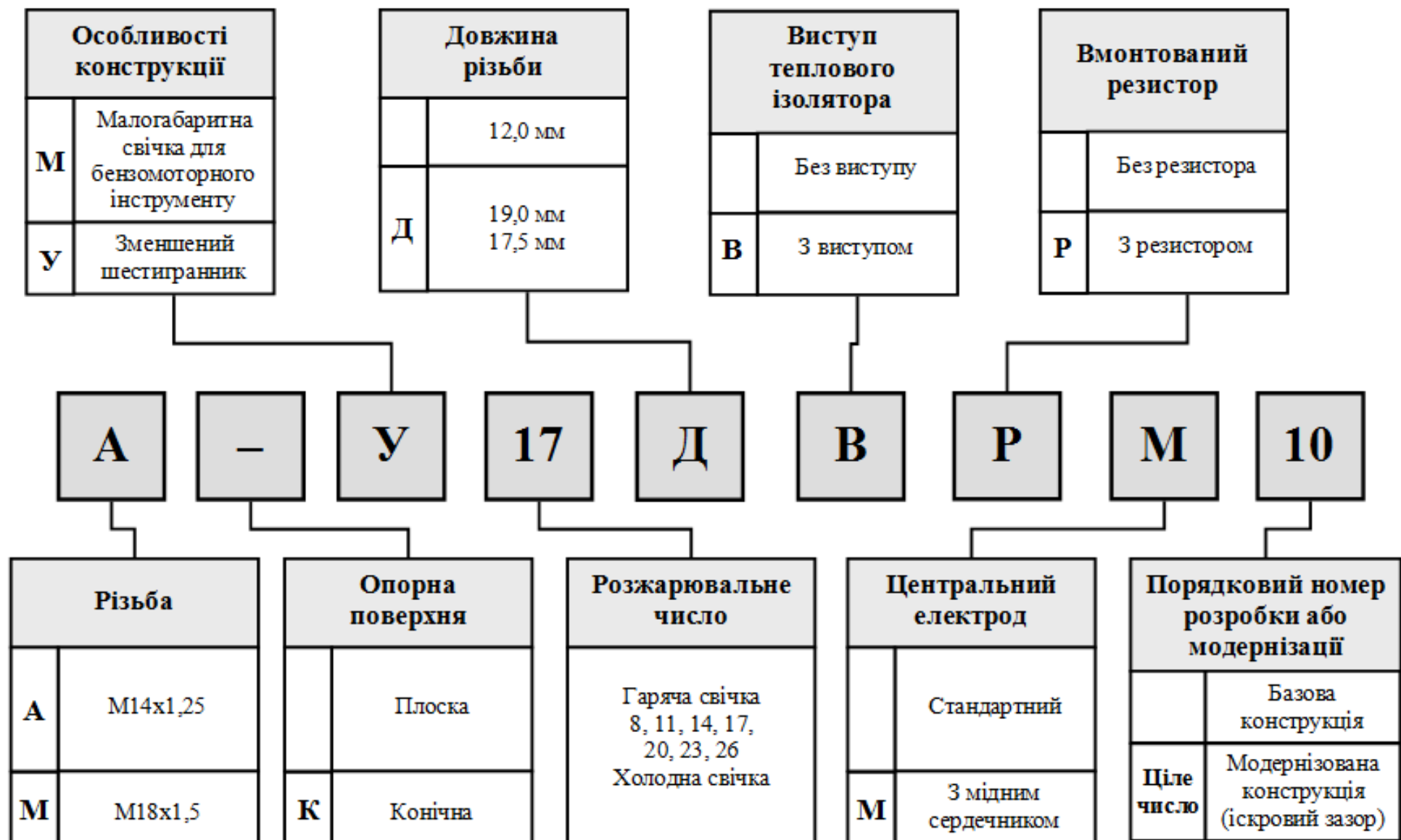


Рис. 3.45. Умовні позначення свічок запалювання [36]

- позначення опорної поверхні. Буква К вказує на конічну опорну поверхню, а відсутність позначення – на плоску;
- позначення довжини різьбової частини корпусу для свічок із конічною опорною поверхнею (М – 7,8 мм, Д – 17,5 мм, С – 25, 0 мм). Якщо позначення відсутнє, то довжина різьбової частини корпусу 11,2 мм;
- розжарювальне число – 8, 11, 14, 17, 20, 23 або 26. Розжарювальне число використовують для кількісної оцінки теплової характеристики свічки запалювання. Кожний виробник застосовує свою систему позначення розжарювальних чисел;
- довжина різьбової частини корпусу для свічок із плоскою опорною поверхнею (Д – 19,0 мм). У разі відсутності позначення довжина різьбової частини корпусу для свічок з плоскою поверхнею становить 12,7 мм, за винятком свічок запалювання з розміром шестигранника під ключ 19 мм, для яких ця довжина завжди однакова – 9,5 мм;
- позначення виступання теплового конуса ізолятора за торець корпусу – В;
- герметизація з'єднання “ізолятор-центральный електрод” за допомогою термоцементу – Т;
- наявність додаткового резистора – Р;
- біметалевий центральний електрод – М;
- порядковий номер розробки чи модернізації.

Герметизацію з'єднання “ізолятор-центральный електрод” будь-яким герметиком (окрім термоцементу) у маркуванні не позначають.

Наприклад, позначення свічки запалювання А17ДВ вказує, що використано метричну різьбу корпусу 14×1,25, розмір шестигранника під ключ – 20,8 мм; опорна поверхня – плоска; розжарювальне число – 17, довжина різьбової частини корпусу – 19 мм, герметизація центрального електрода – склогерметиком, нижній конус ізолятора виступає за корпус свічки.

Перед встановленням свічки запалювання слід переконатись, що її характеристики підібрані правильно.

Неприпустимо встановлювати свічки запалювання з плоскою опорною поверхнею без шайб (рис. 3.46, *а*) або ж з двома шайбами (рис. 3.46, *б*).

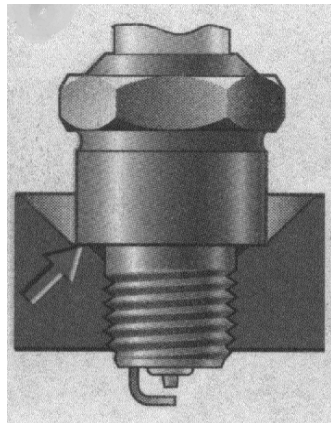
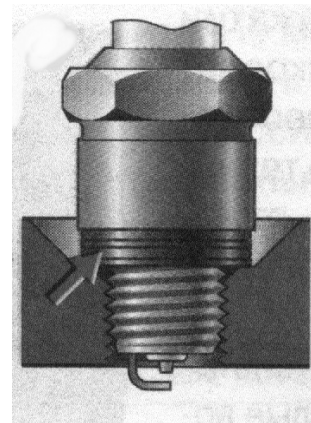
*а**б*

Рис. 3.46. Неправильне встановлення свічок запалювання з плоскою опорною поверхнею

Якщо використовувати надто коротку свічку (рис. 3.47, *а*), то це погіршить умови спалахування суміші і, відповідно, може стати причиною перебоїв у роботі двигуна, збільшення кількості продуктів неповного згоряння, перегрівання електродів і різьбового з'єднання. Використання надто довгих свічок запалювання (рис. 3.47, *б*) підвищує інтенсивність їх забруднення.

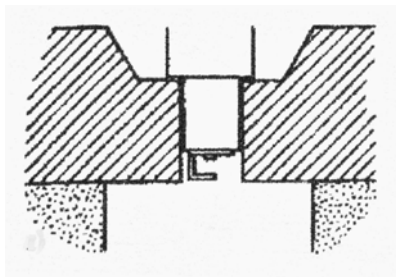
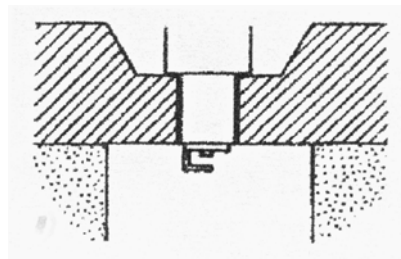
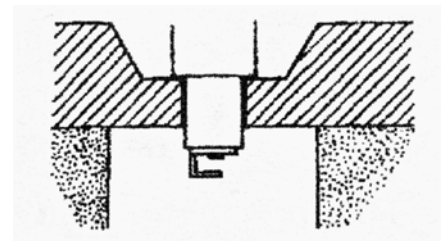
*а**б**в*

Рис. 3.47. Підбір свічок запалювання за довжиною:

а – надто коротка свічка; *б* – свічка нормальної довжини; *в* – надто довга свічка

Розжарювальне число залежить від теплової характеристики свічки. Теплова характеристика – це залежність температури теплового конуса ізолятора або центрального електрода від рівня завантаження двигуна за потужністю N (рис. 3.48).

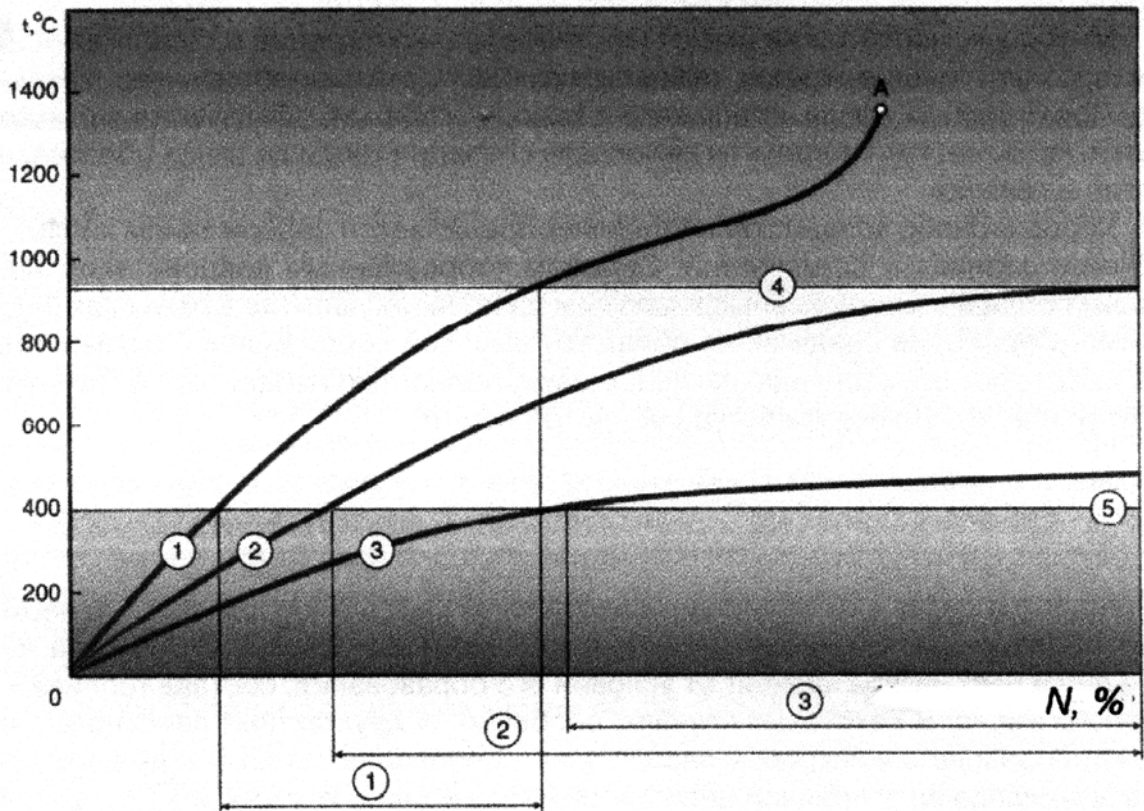


Рис. 3.48. Теплова характеристика свічок запалювання:

1 – гаряча свічка та діапазон її працездатності; 2 – свічка, що відповідає ДВЗ за тепловою характеристикою та діапазон її працездатності; 3 – холодна свічка та діапазон її працездатності; 4 – верхня температурна межа; 5 – нижня температурна межа (мінімальна температура, при якій нагар на свічці запалювання вигорає); А – точка, яка характеризує умови руйнування свічки

Як уже зазначалось раніше, різні фірми мають різні системи позначення розжарювальних чисел. Зокрема, за стандартом Російської Федерації, *розжарювальне число* – це значення середнього індикаторного тиску, коли в циліндрі двигуна виникає розжарювальне запалювання (передчасне запалювання робочої суміші внаслідок контакту з перегрітими поверхнями випускного клапана, поршня чи свічки).

На тепловому конусі ізолятора робоча температура повинна бути в інтервалі від 400 °С до 850 °С. При цьому температури понад 400 °С потрібні для створення умов, за яких видаляються сажа та масляний нагар і, таким чином, відбувається самоочищення свічки запалювання. Однак вище 850 °С температура на ізоляторі підніматися також не повинна, оскільки при температурі понад 900 °С може з'явитися розжарювальне запалювання. Крім того,

при дуже високих температурах електроди додатково зазнають впливу хімічно агресивних з'єднань або руйнуються.

Основним конструктивним параметром, за допомогою якого змінюють розжарювальне число, є довжина теплового конуса ізолятора. Чим довший робочий конус ізолятора, тим вища робоча температура свічки запалювання.

Для свічок, виготовлених у Росії, застосована обернена шкала розжарювальних чисел. Тобто, чим більше розжарювальне число, тим коротшим є тепловий конус.

За значенням розжарювального числа всі свічки поділяють на гарячі (“м’які”) та холодні (“жорсткі”). Гарячі свічки запалювання (рис. 3.49, *а*) працюють при вищій температурі конуса ізолятора, тому вони більш придатні для роботи в умовах міського руху або в зимову пору. Холодні свічки (рис. 3.49, *б*) мають нижчу температуру конуса (більше значення розжарювального числа), а тому забезпечують надійну роботу двигуна при великих навантаженнях і під час руху з високими швидкостями.

Можна сформулювати просте правило підбору свічок за розжарювальним числом: для гарячих двигунів з високим ступенем стиску необхідні холодні свічки, а для холодних двигунів з низьким ступенем стиску – гарячі свічки.

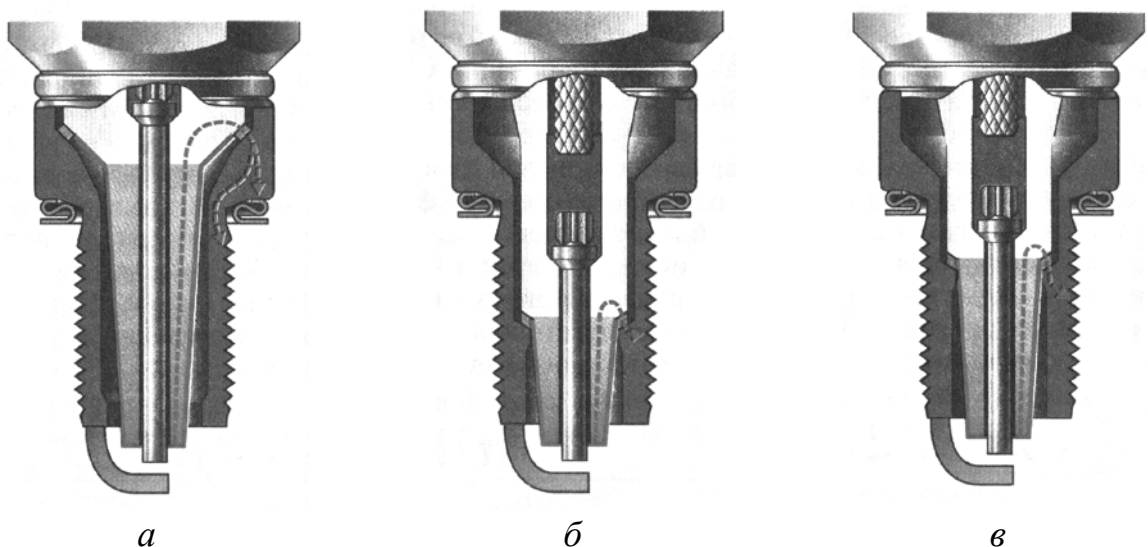


Рис. 3.49. Різновиди свічок запалювання за тепловими характеристиками:

а – гаряча свічка; б – холодна свічка; в – свічка, що відповідає ДВЗ за тепловою характеристикою

Сучасні свічки запалювання, хоча й характеризуються широким діапазоном значень розжарювальних чисел, однак індивідуально підбираються для різних конструкцій двигуна та умов руху. Тому не можна вказати таку свічку запалювання, яка буде ефективно функціонувати на всіх двигунах.

Для свічок запалювання фірми *NGK* застосовно просте практичне правило (рис. 3.50):

- низьке розжарювальне число (наприклад BP4ES) – «гаряча свічка запалювання», високе поглинання тепла, обумовлене довгим тепловим конусом ізолятора;
- високе розжарювальне число (наприклад BP8ES) – «холодна свічка запалювання», мале поглинання тепла, обумовлене коротким тепловим конусом ізолятора.

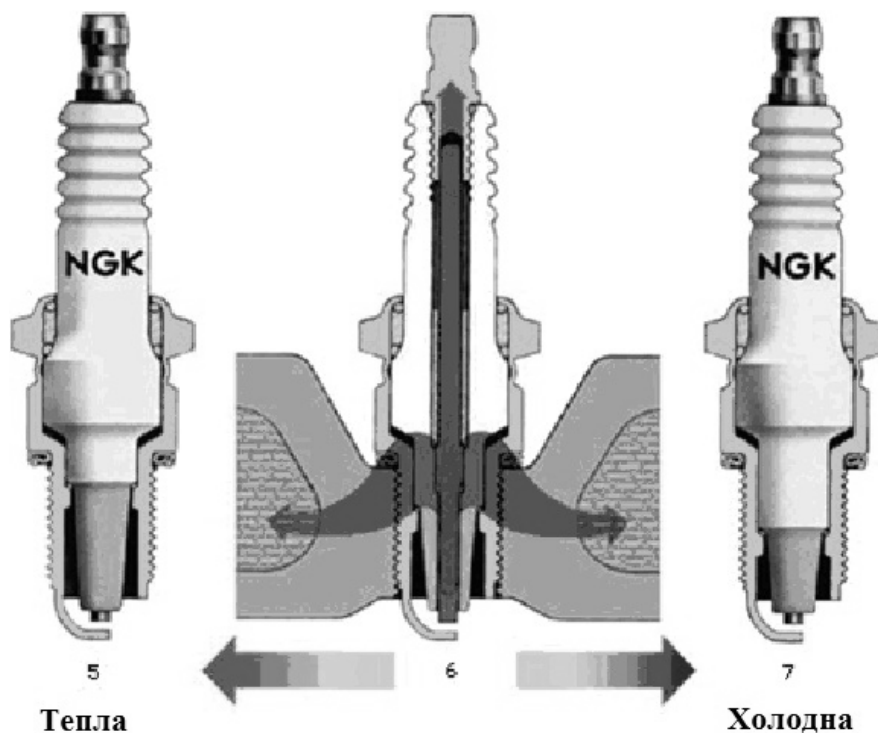


Рис. 3.50. Поділ свічок запалювання за значенням розжарювального числа

3.5. Засоби автоматичного регулювання кута випередження запалювання

Для ефективного згоряння суміші у камері згоряння надзвичайно важливо правильно встановити *кут випередження запалювання*. Момент запалювання слід обирати так, щоб тиск у циліндрі досягав максимального значення приблизно через 12° повороту колінвала після верхньої мертвої точки (ВМТ).

Кут випередження запалювання задають у градусах повороту колінвала до ВМТ β або ж у міліметрах ходу поршня до ВМТ x (рис. 3.51).

Перерахунок кута випередження запалювання здійснюють за формулами:

$$x = r \left[1 + \frac{l}{r} - \cos \beta - \sqrt{\left(\frac{l}{r} \right)^2 - \sin^2 \beta} \right], \quad (3.5)$$

$$\cos \beta = \frac{r^2 + (l + r - x)^2}{2r(r + l - x)}. \quad (3.6)$$

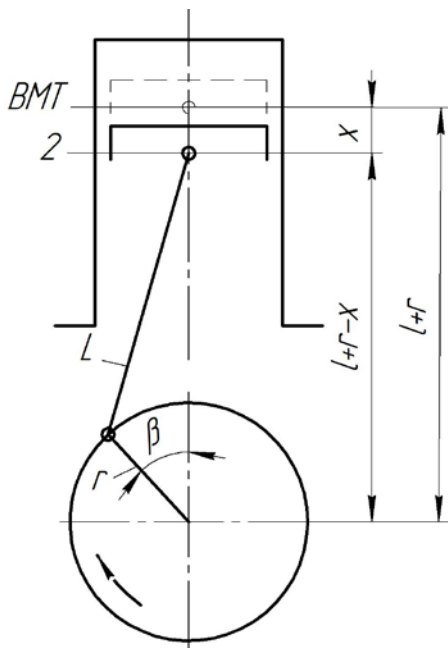


Рис. 3.51. Момент запалювання залежно від положення поршня відносно ВМТ:

l – довжина шатуна, мм;
 r – радіус кривошипа, мм;
 2 – положення поршня в момент запалювання

Якщо робочу суміш запалити швидше (раннє запалювання), то швидкість її згоряння буде надто великою – суміш практично вибухне,

спричинивши детонацію. Якщо ж запалити робочу суміш надто пізно (пізніє запалювання), то швидкість горіння буде низькою і тиск у циліндрі досягне максимального значення надто пізно, що спричинить зменшення потужності й зростання витрати палива (рис. 3.52).

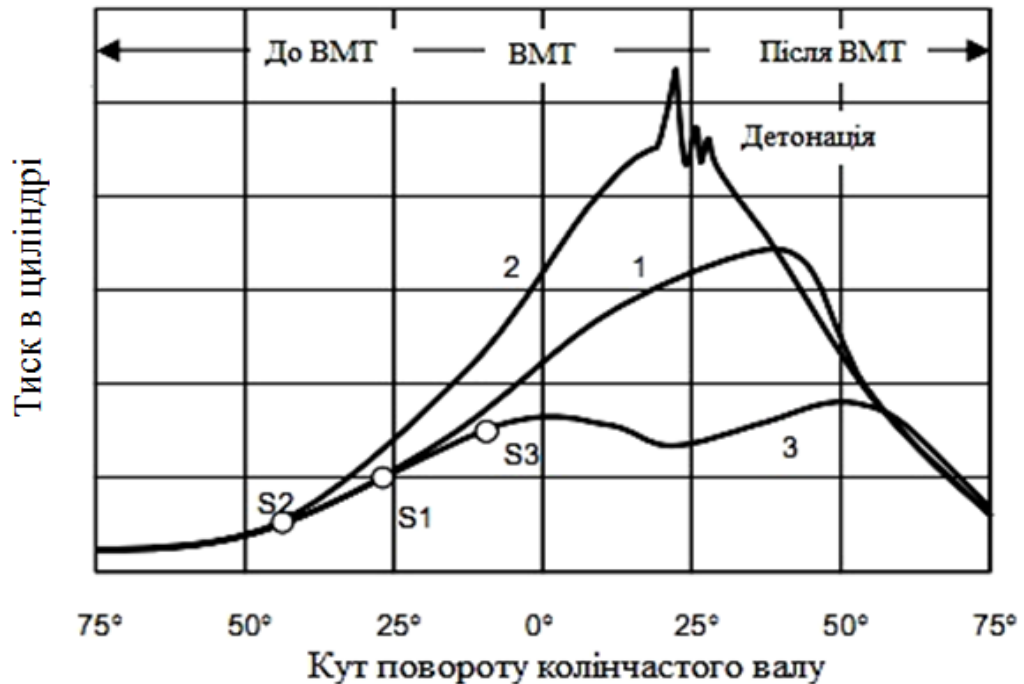


Рис. 3.52. Вплив моменту запалювання на тиск у циліндрі:

1 – правильно встановлене запалювання в точці S_1 ;
2 – раннє запалювання в точці S_2 ; 3 – пізнє запалювання в точці S_3

Оптимальний кут випередження запалювання залежить від частоти обертання колінвала та навантаження ДВЗ.

Із зростанням частоти обертання колінвала зростає швидкість руху поршня, тому, щоб забезпечити повне згоряння робочої суміші, необхідно збільшувати кут випередження запалювання.

Автоматичну зміну кута випередження запалювання θ залежно від частоти обертання колінвала n здійснює *відцентровий регулятор* (рис. 3.53).

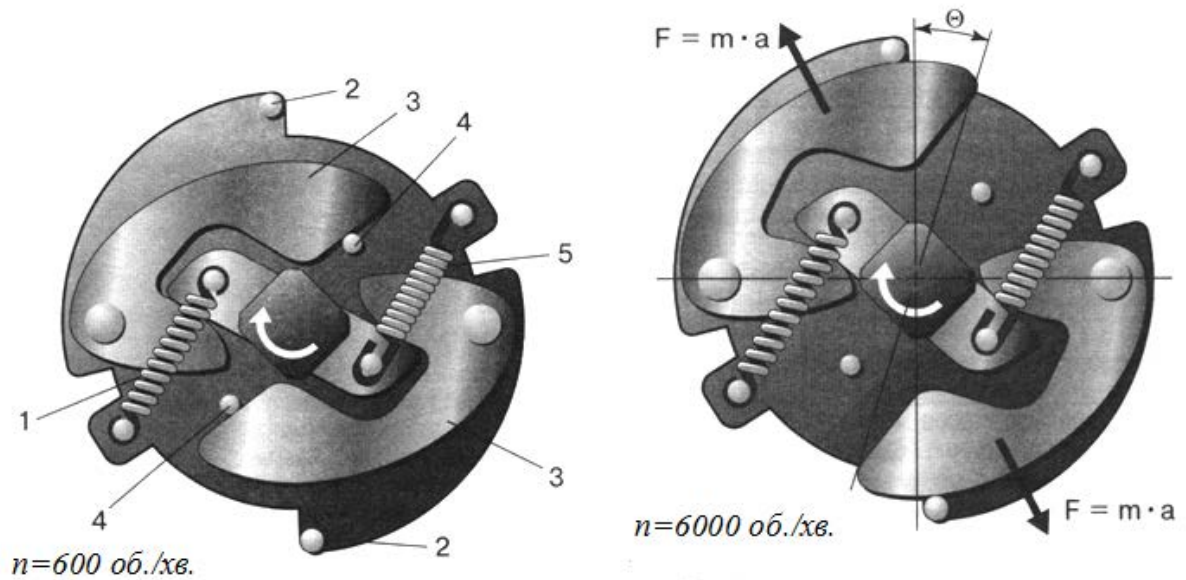


Рис. 3.53. Будова та робота відцентрового регулятора:

1 – пружина малої жорсткості; 2,4 – обмежувачі; 3 – рухомі тягарці;
5 – пружина великої жорсткості

Зростання навантаження збільшує відкриття дросельної заслінки і характеризується збільшенням наповнення циліндрів. У результаті тривалість згоряння робочої суміші зменшується, а тому необхідно зменшити кут випередження запалювання. Автоматичну зміну кута випередження запалювання залежно від положення дросельної заслінки здійснює *вакуумний регулятор* (рис. 3.54).

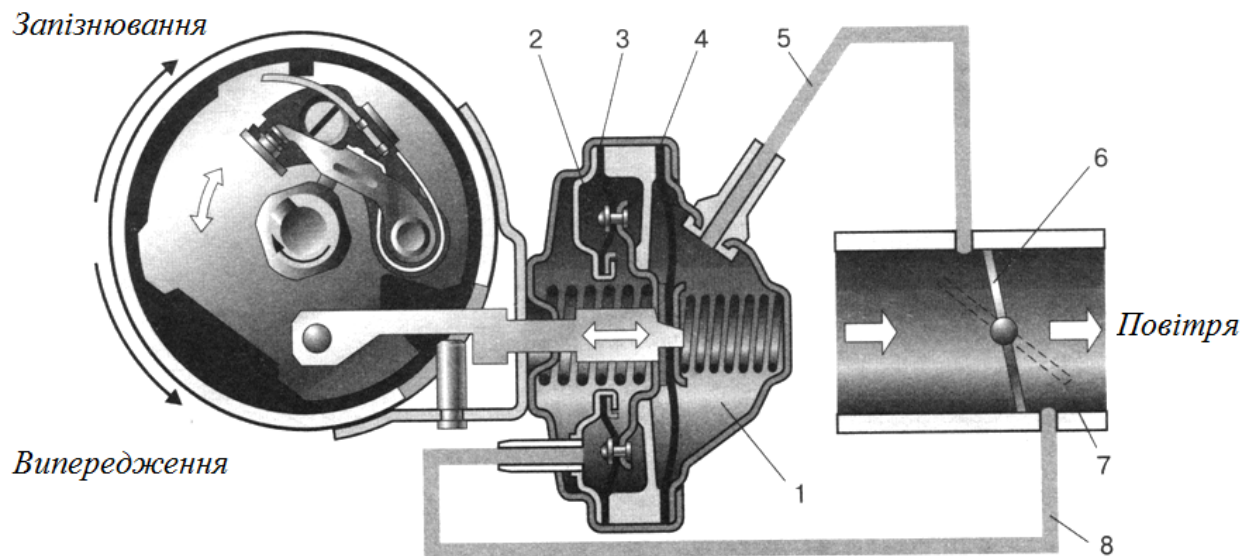


Рис. 3.54. Вакуумний регулятор двосторонньої дії:

1, 2 – вакуумні камери відповідно випередження і запізнювання запалювання;
3, 4 – діафрагми; 5, 8 – шланги; 6 – дросельна заслінка; 7 – впускний колектор

Октан-коректор (рис. 3.55) перервника-розподільника призначений для встановлення, а також для механічного регулювання кута випередження запалювання залежно від октанового числа палива.

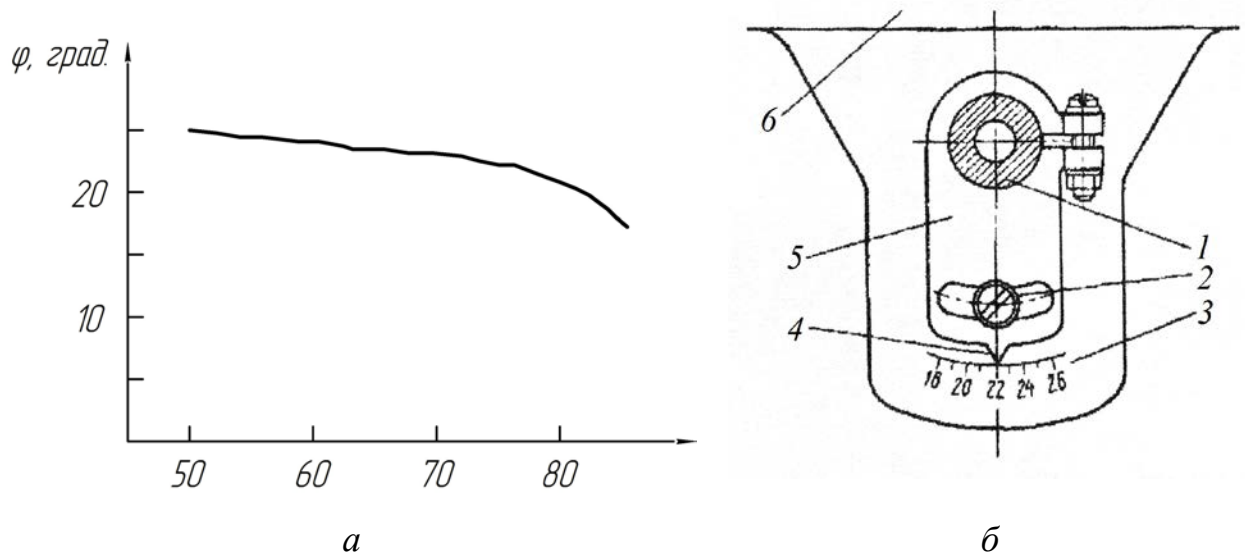


Рис. 3.55. Залежність (а) та зміна (б) кута випередження запалювання від октанового числа палива:

1 – шийка розподільника запалювання; 2 – гвинт кріплення; 3 – шкала запалювання;
4 – вказівник; 5 – затискний важіль; 6 – блок циліндрів

Для цього звільнюють гвинт 2, повертають затискний важіль 5, який з'єднаний з валиком розподільника 1, встановлюючи за допомогою шкали 3 і вказівника 4 момент запалювання (рис. 3.55, б). Окремі перервники-розподільники не мають октан-коректора, а встановлення початкового кута випередження запалювання здійснюється поворотом корпусу відносно валика.

Для встановлення початкового значення кута випередження запалювання необхідно зняти кришку розподільника та викрутити свічку першого циліндра. Повільно обертаючи колінвал, встановити його в положення, коли він пройде верхню мертву точку на кут, вказаний в технічних умовах (45°). Якщо розподільник оснащено октан-коректором, то слід послабити болт кріплення октан-коректора та, повертаючи корпус розподільника, встановити стрілку октан-коректора в середнє положення шкали і затягнути болт. Послабити кріплення приводу, натиснути пальцем на бігунок у напрямі, протилежному до його обертання (для вибирання зазору в приводі), і повільно

повернути корпус до співпадання міток ротора й статора, після чого дотягнути кріплення приводу, встановити кришку розподільника та високовольтні проводи на місце.

Остаточно кут випередження запалювання регулюють під час руху автомобіля. Для цього на прогрітому двигуні розганяють автомобіль по рівній дорозі на прямій передачі та різко натискають на педаль акселератора. Якщо в роботі ДВЗ буде прослуховуватись незначна короточасна детонація, то початковий кут випередження запалювання встановлено вірно. Якщо прослуховується сильна детонація, то корпус розподільника повертають проти годинникової стрілки на одну поділку шкали октан-коректора, а в разі відсутності детонації – за годинниковою стрілкою.

Запалювання слід відрегулювати так, щоб під час роботи ДВЗ з значним навантаженням прослуховувалась лише незначна детонація. У разі раннього запалювання сильна детонація може призвести до пошкодження прокладки головки блока циліндрів, прогорання клапанів і поршнів.

Для точнішого встановлення кута випередження запалювання використовують стробоскоп (рис. 3.56), під'єднуючи давач-розподільник стробоскопа до проводу високої напруги першого циліндра.

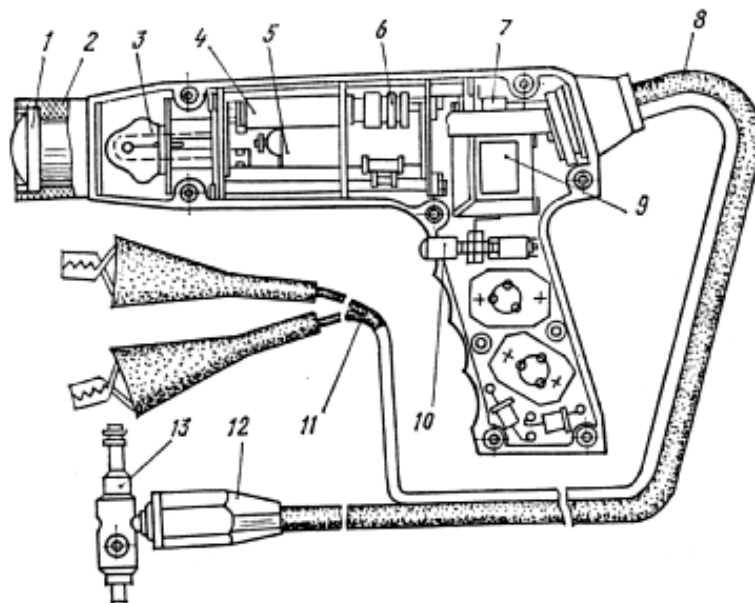


Рис. 3.56. Будова стробоскопічного приладу Э-102:

- 1 – лінза; 2 – оправа; 3 – лампа; 4 – резистор; 5,6 – конденсатор; 7 – діод; 8 – привід давача; 9 – трансформатор; 10 – вмикач; 11 – шнур із затискачами; 12 – щуп; 13 – перехідник щупа

Далі заводять й прогрівають двигун, у разі потреби встановлюють необхідну частоту обертання колінвала при роботі на холостому ході, включають стробоскоп та скеровують його на мітки, що нанесені для встановлення запалювання на деталях двигуна (кришці розподільних шестерень, шківі колінвала тощо). Якщо під час спостереження положення міток не відповідає технічним умовам, то, повертаючи корпус розподільника, регулюють кут випередження запалювання при працюючому двигуні та стробоскопі.

3.6. Технічне обслуговування системи запалювання

Технічне обслуговування систем запалювання проводять під час чергового ТО-2 автомобіля і ТО-3 трактора.

Для запобігання можливому пробою пластмасової кришки *котушки запалювання* необхідно ретельно очистити від пилу та масла, перевірити надійність кріплення проводів високої та низької напруги. Якщо в результаті огляду виявлено сколи, тріщини або прогорання кришки, розгерметизацію корпусу і витікання масла, то катушку слід замінити. Несправності катушок запалювання виникають внаслідок їх перегрівання та під час роботи зі збільшеним зазором свічок. Перед зняттям катушки запалювання для заміни слід переконатись у справності проводів і надійності їх кріплення до виводів катушки. Зняту катушку перевіряють на спеціальному стенді К-295. Справна катушка повинна забезпечувати безперебійне іскроутворення на триелектродному гольчастому розряднику з іскровим зазором 7 мм при заданій частоті обертання розподільника.

Якщо катушка не забезпечує безперебійного іскроутворення внаслідок пробою ізоляції або міжвиткового замикання, її замінюють.

Найбільшій увазі потребує обслуговування *перервника-розподільника*, оскільки його деталі інтенсивно зношуються і потребують систематичного мащення. Зміст і трудомісткість операцій технічного обслуговування розподільників, що працюють у контактній, контактнотранзисторній та безконтактній системах запалювання, суттєво відрізняються.

Розподільник контактної системи запалювання необхідно зняти з двигуна, очистити зовнішню поверхню від пилу, масла і бруду, протерти внутрішню поверхню кришки ганчіркою, змоченою в бензині, перевірити стан контактів і кут замкнутого стану контактів, перевірити роботу автоматів випередження запалювання, змастити підшипники, повстяний гніт, осі та кулачкову втулку.

Часті розриви струму значної сили (3...4 А) спричинюють ерозію та підгоряння контактів перервників, що працюють у контактних системах запалювання. Інтенсивність зношування контактів збільшується при їх забрудненні. Як наслідок, зростає перехідний опір та змінюється кут випередження запалювання. У разі потреби контакти зачищають абразивною пластинкою, слідкуючи, щоб робочі поверхні контактів залишалися паралельними. Після зачистки частинки абразиву та вольфраму обов'язково усувають, протираючи контакти ганчіркою, змоченою в бензині. У разі значного зносу деталі замінюють.

Розподільники контактно-транзисторної системи запалювання, не знімаючи з автомобіля, очищають від пилу, бруду та масла. Знявши кришку, протирають її внутрішню поверхню ганчіркою, змоченою в бензині, протирають контакти, змазують підшипники, фільц та осі.

Давачі-розподільники безконтактних систем запалювання очищають та змащують у місцях, що вказані в карті мащення.

Для мащення розподільників різних систем використовують чисте моторне масло. Маслянкою закачують одну-дві краплі масла на осі та гніт і чотири-п'ять крапель у втулку кулачка. Для мащення підшипників використовують мастила Літол-24, ЦИАТИМ-201, -202, -221. Під час змащування слід не допускати потрапляння масла на контакти.

Усі розподільники під час чергового ТО-2 через 45-50 тис. км пробігу автомобіля знімають для поглибленого обслуговування, під час якого додатково розбирають, оглядають і змащують підшипник рухомого диска, а також виявляють зміни, які не проявляються під час експлуатації, а саме перевіряють:

- натяг пружини важеля перервника;
- кут замкнутого стану контактів перервника;
- безперебійність та асинхронність іскроутворення;
- характеристики відцентрового та вакуумного регуляторів.

Поглиблену перевірку розподільників проводять на стендах СПЗ-9, СПЗ-12, КИ-968, К295 або К297.

Контроль розподільника розпочинають з перевірки опору ізоляції та ємності конденсатора. Під час перевірки опору ізоляції (рис. 3.57, а) на конденсатор подають постійну напругу $U = 500$ В. Якщо конденсатор справний, то стрілка мікроамперметра в період заряду конденсатора не мить відхилиться (до позначки 10 мкА) та повернеться на нульову позначку. Опір ізоляції конденсатора, виміряний омметром, повинен бути не меншим 40 МОм.

Ємність конденсатора визначають за допомогою мікроамперметра, що включений в схему вимірювального моста (рис. 3.57, б) і шкала якого проградуєрована в мікрофарадах.

Опір контактів перервника визначають, вимірюючи падіння напруги на замкнутих контактах. Для цього перервник з послідовно включеною котушкою запалювання та додатковим резистором під'єднують до АБ і повертають валик до замикання контактів. Падіння напруги, виміряне вольтметром, не повинно перевищувати 0,1 В. Якщо опір контактів надто великий, то їх необхідно зачистити або ж замінити.

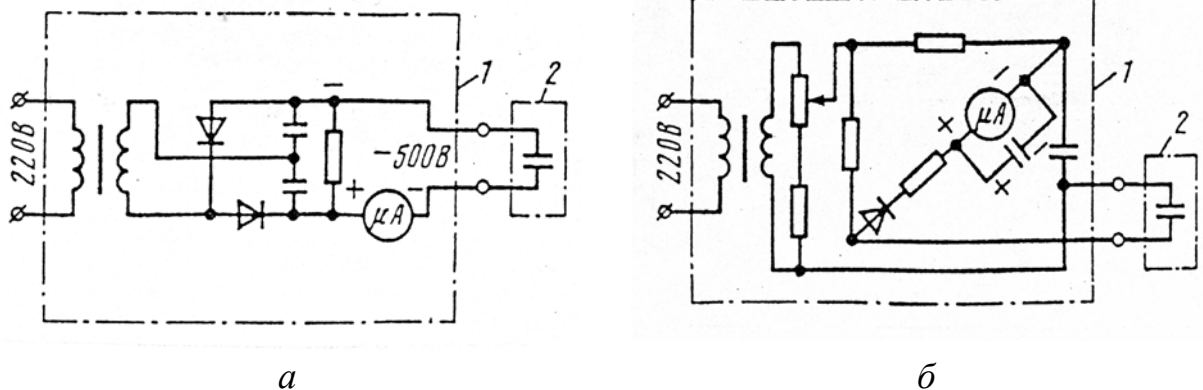


Рис. 3.57. Перевірка опору ізоляції (а) та ємності (б) конденсатора:

1 – принципова схема пристрою; 2 – конденсатор

Важіль перервника (рис. 3.58) сприймає надзвичайно високі ударні механічні навантаження в момент контакту з кулачком. У перервнику-розподільнику шестициліндрового двигуна при частоті обертання колінвала $n = 2400 \text{ хв.}^{-1}$ важіль піднімається 14400 разів за хвилину. Під час руху автомобіля впродовж 2 годин, тобто на віддалі близько 200 км, контакти роз'єднуються приблизно $1,7 \times 10^6$ разів [39].

Середня довговічність перервника складає 1000 годин роботи.

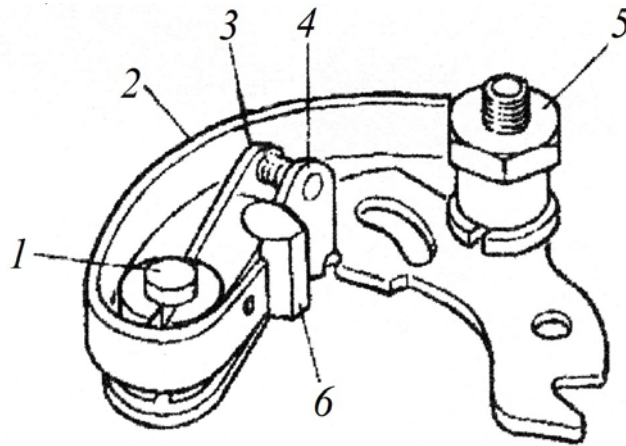


Рис. 3.58. Блок контактів перервника:

*1 – вісь контакта; 2 – пружина; 3 – рухомий контакт котушки;
4 – нерухомий контакт; 5 – клемма; 6 – штовхач рухомого контакту*

Аналогічні навантаження сприймає й пружина перервника, яка крім того виконує функції провідника між контактами. Пружність пружини рухомого контакту перервника визначають динамометром. Послаблену пружину замінюють разом з важелем.

Внаслідок ерозії робочих поверхонь визначити зазор між контактами з достатньою точністю за допомогою щупа неможливо. Тому на практиці визначають та регулюють кут замкнутого стану контактів (кут повороту кулачка, в межах якого контакти перебувають у замкнутому стані). Зношування контактів збільшує зазор між ними та зменшує кут їх замкнутого стану (рис. 3.59) і, відповідно, зменшує струм у первинній та напругу у вторинній обмотках, що призводить до перебоїв у іскроутворенні.

Кут замкнутого стану контактів контактної системи запалювання можна визначити за допомогою спеціального автомобільного мультиметра, наприклад UMM-2 (рис. 3.60).

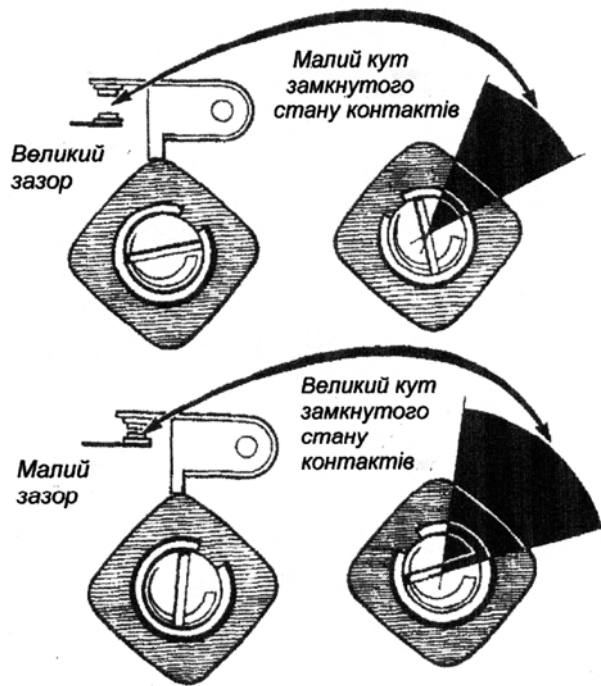


Рис. 3.59. Взаємозв'язок між зазором і кутом замкнутого стану контактів

Для початку роботи слід натиснути та притримати (впродовж 2 с) клавішу . Після включення мультиметр автоматично переходить в режим «Вольтметр». Вибір режиму вимірювання кута замкнутого стану контактів можна здійснити з використання меню. Для переходу в основне меню слід натиснути клавішу . Доступні пункти меню будуть виведені на дисплей (рис. 3.61).

Використовуючи клавіші  і  слід перейти до пункту меню «УЗСК» і натиснути клавішу вибору .

Перехід у режим вимірювання кута замкнутого стану контактів можна також здійснити, натиснувши функціональну клавішу .

Після вибору режиму «УЗСК» на дисплей буде виведена інформація про кут замкнутого стану і кількість циліндрів двигуна (за згодою – 4 циліндри), система запалювання якого контролюється (рис. 3.62, а).

Передовсім слід встановити кількість циліндрів двигуна, використовуючи клавіші  і . Далі під'єднують мультиметр до розподільника запалювання (рис. 3.63) і заводять двигун.

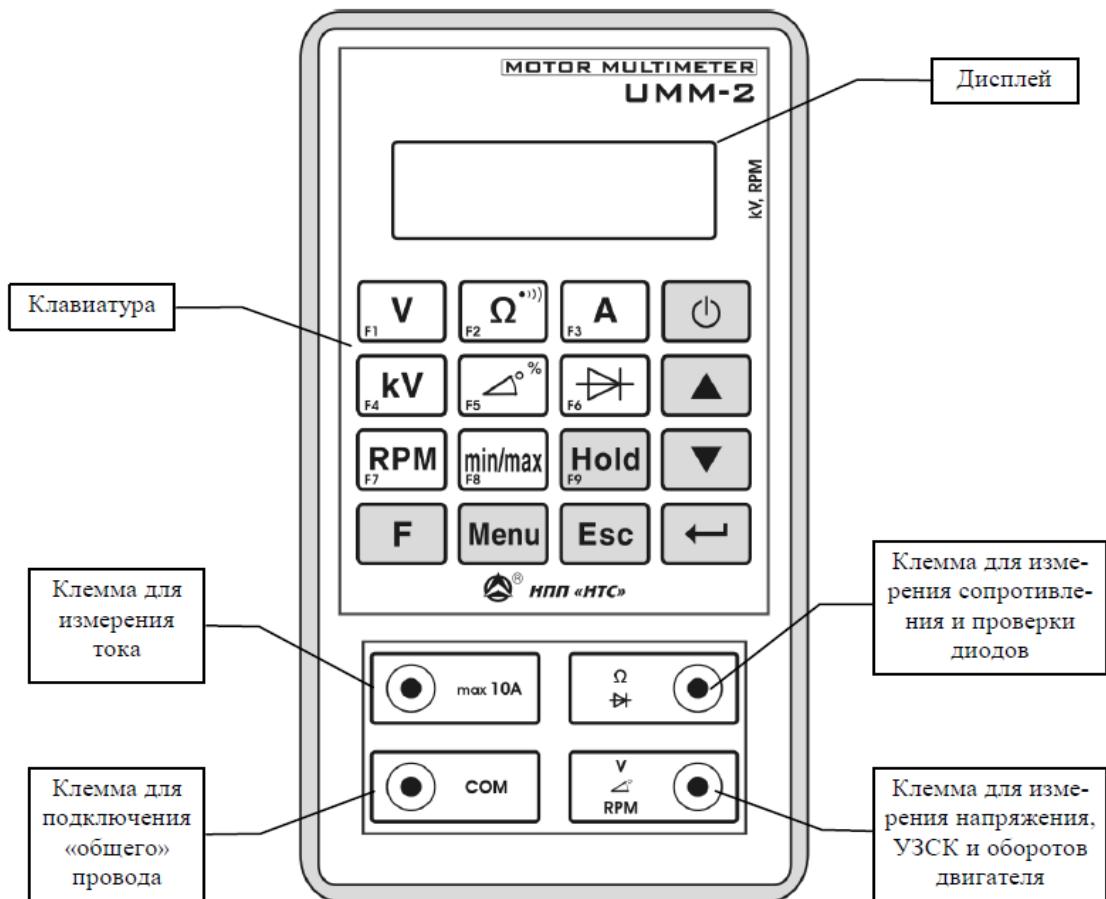


Рис. 3.60. Мультиметр автомобильный UMM-2

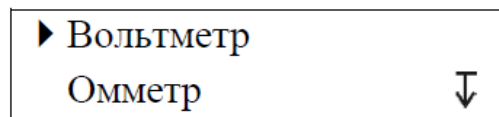


Рис. 3.61. Вивід пунктів меню на дисплей мультиметра UMM-2

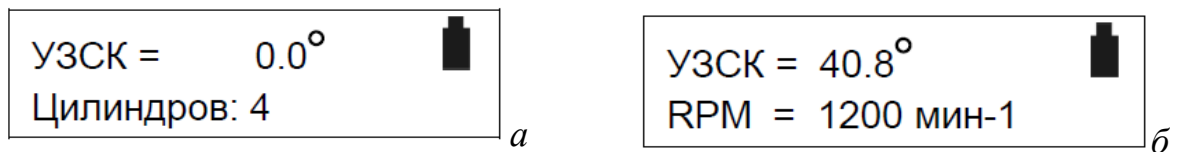


Рис. 3.62. Вивід інформації про кут замкнутого стану контактів і кількість циліндрів двигуна (мультиметр не під'єднано до системи запалювання)

Якщо натиснути клавіші **F** і , то на екран дисплея буде виведена інформація про кут замкнутого стану контактів і частоту обертання колінвала двигуна (рис. 3.62, б).

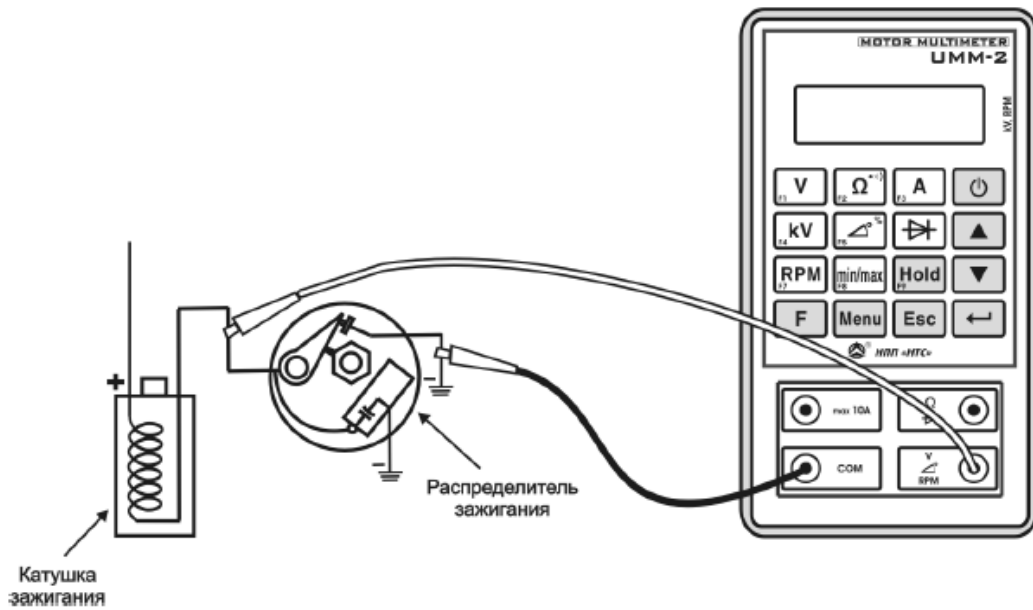


Рис. 3.63. Схема під'єднання мультиметра *УММ-2* для визначення кута замкнутого стану контактів

Для перевірки кута замкнутого стану контактів можна використати і спеціальний прилад, під'єднавши до нього перервник за схемою, що подана на рис. 3.64. Валику розподільника надають частоту обертання, що регламентована технічними умовами.

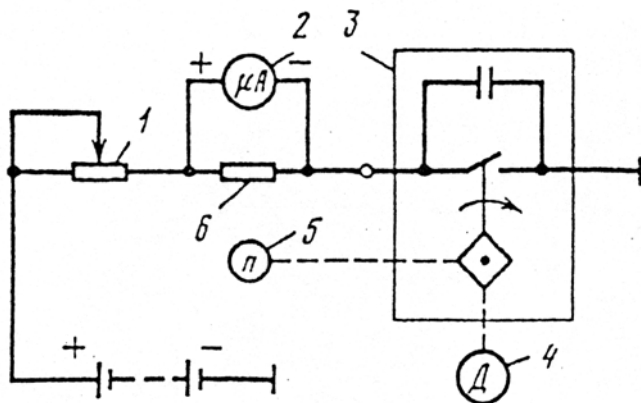


Рис. 3.64. Принципова схема перевірки кута замкнутого стану контактів:

1,6 – резистори;
2 – міліамперметр;
3 – перервник-розподільник;
4 – електродвигун; 5 – тахометр

Чим більшим є кут замкнутого стану контактів, тим більшим буде середнє значення сили струму, що фіксується міліамперметром, шкала якого проградуєвана в градусах. Кут замкнутого стану контактів вказують у технічній характеристиці перервника-розподільника. Він орієнтовно становить для восьмиіскрових розподільників $30 \pm 3^\circ$; для шести іскрових – $39 \pm 3^\circ$; для чотириіскрових – $44 \pm 3^\circ$; для розподільників Р199 та Р119-Б – $30 \pm 3^\circ$.

Якщо кут замкнутого стану контактів не відповідає технічним вимогам, то потрібно відрегулювати зазор між контактами. Для цього, не зупиняючи електродвигун стенда, послаблюють гвинт кріплення нерухомого контакту і плавно обертають регулювальний ексцентрик, стежачи при цьому за показами міліамперметра

Чергування іскроутворення (асинхронізм) перевіряють на приладах і стендах, оснащених синхроскопом (рис. 3.65).

Під час обертання кулачка перервника-розподільника на диску синхроскопа можна спостерігати риси світла неонові лампи, кількість яких відповідає кількості роз'єднань контактів за один оберт кулачка. Сумістивши нульову позначку градуйованої шкали лімба з однією з рисок, визначають їх взаємне розташування. Кут між рисками світла для чотирикулачкових розподільників повинен становити $90 \pm 1,5^\circ$; для шестикулачкових – $60 \pm 1,5^\circ$; для восьмикулачкових – $45 \pm 1,5^\circ$. Коли спостерігають відхилення від вказаних значень, слід замінити втулки вала розподільника.

Далі доводять частоту обертання вала розподільника до максимальної. Якщо при цьому на диску навколо основних рисок світла з'являться додаткові, то це свідчить про вібрацію важеля перервника внаслідок недостатньої пружності пружини, спрацювання отворів під вісь важеля.

Дію відцентрового та вакуумного регуляторів перевіряють і регулюють на стендах, оснащених тахометром, синхроскопом, вакуумметром і вакуумним насосом.

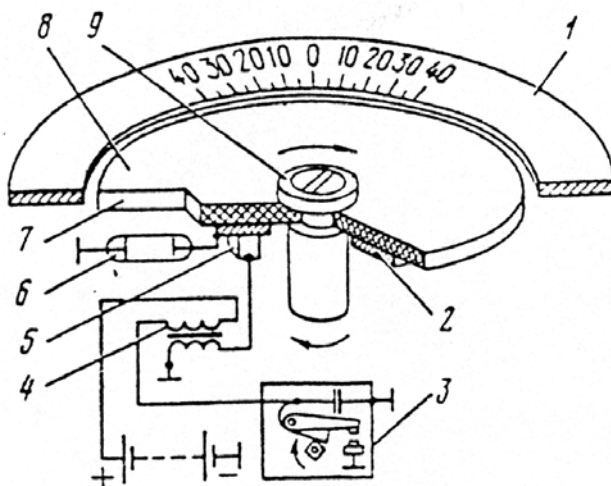


Рис. 3.65. Принципова схема синхроскопа стенда СПЗ-8:

1 – шкала лімба; 2 – контактне кільце;
3 – перервник-розподільник; 4 –
імпульсний трансформатор; 5 –
щітка; 6 – неонові лампи; 7 – щілина
диска; 8 – диск

Для перевірки вал розподільника з'єднують з валом синхроскопа та надають йому мінімальну частоту обертання, при якій відцентровий регулятор не працює. Далі суміщають нульову позначку лімба синхроскопа з однією з рисок світла і підвищують частоту обертання валика так, щоб розпочав діяти відцентровий регулятор. При цьому риска світла почне зміщуватись відносно нульової позначки лімба назустріч обертанню диска. Зміщення rischi в градусах залежно від частоти обертання валика повинно відповідати характеристиці відцентрового регулятора (табл. 3.1).

У разі потреби дію відцентрового регулятора коригують зміною пружності пружин тягарців або ж замінюють пружини новими.

Таблиця 3.1

Характеристики відцентрових регуляторів

Марка розподільника	<u>Зміна кута випередження запалювання, град</u> залежно від частоти обертання валика розподільника, об./хв.			
P4-Д, P137	$\frac{1,5...4,5^\circ}{400}$	$\frac{9...12^\circ}{900}$	$\frac{16...19^\circ}{1400}$	$\frac{16...19^\circ}{1600}$
P-13Д, P-133	$\frac{0...2^\circ}{200}$	$\frac{3...6^\circ}{500}$	$\frac{7,5...10,0^\circ}{1000}$	$\frac{12,5...15,5^\circ}{1500}$
P188	$\frac{3,0...3,5^\circ}{700}$	$\frac{7,5...10^\circ}{1500}$	$\frac{11,0...13,5^\circ}{2150}$	$\frac{14...17^\circ}{2700}$
P119-Б	$\frac{0...-1^\circ}{300}$	$\frac{0,5...4,0^\circ}{500}$	$\frac{10...13^\circ}{1200}$	$\frac{16...19^\circ}{1950}$
24.3706	$\frac{0...2^\circ}{200}$	$\frac{3,5...5,5^\circ}{500}$	$\frac{8,0...10,0^\circ}{1000}$	$\frac{13,5...15,5^\circ}{1500}$
40.3706	$\frac{0...1,5^\circ}{550}$	$\frac{3,5...5,5^\circ}{1250}$	$\frac{8,0...10,0^\circ}{2000}$	$\frac{11,0...13,0^\circ}{2800}$

Для перевірки вакуумного регулятора його з'єднують з вакуумним насосом і вакуумметром, встановлюють необхідну частоту обертання валика регулятора і суміщають нульову позначку лімба синхроскопа з однією з рисок світла. Створюючи вакуумним насосом розрідження, слідкують за зміщенням rischi світла відносно початкового положення. Зміщення rischi в градусах повинно відповідати характеристиці вакуумного регулятора (табл. 3.2).

Характеристики вакуумних регуляторів

Марка розподільника	Зміна кута випередження запалювання, град залежно від розрідження, мм.рт.ст			
P4-Д	$\frac{0...1^\circ}{80}$	$\frac{0...2^\circ}{100}$	$\frac{5...7^\circ}{200}$	$\frac{7...10^\circ}{250}$
P137	$\frac{0...2,5^\circ}{80}$	$\frac{2,0...4,5^\circ}{100}$	$\frac{8,5...11,5^\circ}{200}$	$\frac{11...14^\circ}{240}$
P13-Д, P133	$\frac{0...2^\circ}{100}$	$\frac{4...7^\circ}{200}$	$\frac{7...10^\circ}{280}$	—
P118	$\frac{0...3^\circ}{80}$	$\frac{2...5^\circ}{100}$	$\frac{6,5...9,5^\circ}{150}$	$\frac{6,5...9,5^\circ}{200}$
P119-Б	$\frac{0...2^\circ}{110}$	$\frac{2...5^\circ}{140}$	$\frac{5,5...7,5^\circ}{180}$	$\frac{6,5...9,5^\circ}{200}$
24.3706	$\frac{0...2^\circ}{100}$	$\frac{4,5...6,5^\circ}{200}$	$\frac{7,5...9,5^\circ}{250}$	—
40.3706	$\frac{0...1^\circ}{100}$	$\frac{3,5...5,5^\circ}{150}$	$\frac{6...8^\circ}{180}$	—

У разі потреби дію вакуумного регулятора коригують зміною натягу його пружини підбором товщини шайб під штуцером або зміщенням регулятора відносно корпуса розподільника. Окрім того, вакуумний регулятор може не відповідати своїй характеристиці в разі порушення його герметичності або ж у разі пошкодження підшипника рухомого диска перервника.

Стан ізоляції кришки розподільника та безперебійність іскроутворення перевіряють, склавши на стенді схему (рис. 3.66).

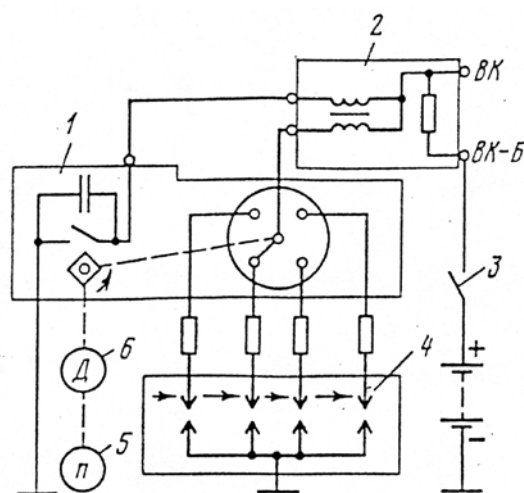


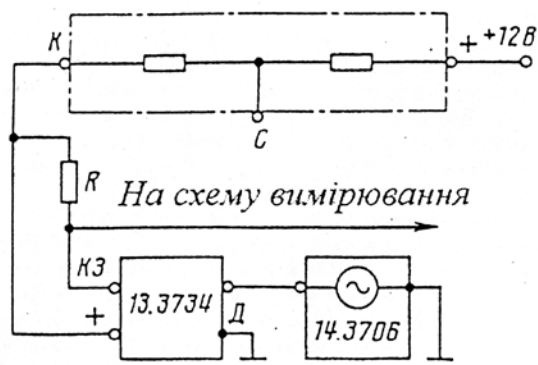
Рис. 3.66. Схема з'єднання приладів системи запалювання на стенді СПЗ-8:

1 – розподільник; 2 – котушка запалювання; 3 – вимикач; 4 – іскровий розрядник;
5 – тахометр; 6 – електродвигун

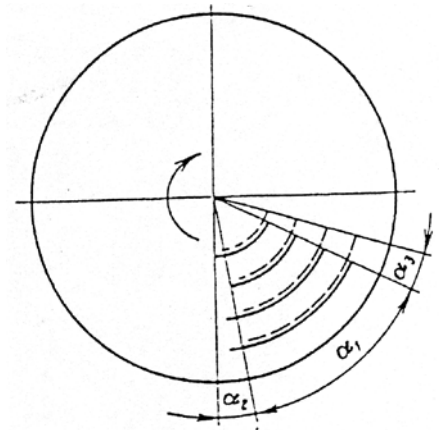
Розподільник повинен забезпечувати безперебійне іскроутворення на розрядниках з іскровим проміжком не менше 7 мм при максимальній частоті обертання валика. Якщо іскроутворення безперебійне, то кришка, всі вузли та деталі розподільника справні, а цілісність і міцність ізоляції кришки відповідає встановленим вимогам. Під час перевірки контактно-транзисторної та безконтактної систем запалювання на іскровому розряднику встановлюють зазор 10 мм.

Під час перевірки на стендах іскроутворення та дії регуляторів випередження запалювання розподільників, які працюють в контактно-транзисторних системах запалювання, необхідно паралельно до контактів під'єднувати конденсатор.

Параметри безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним давачем перевіряють на стенді СПЗ-12, який уможлиблює також перевірку контактно-транзисторної системи запалювання. Для перевірки кута замкнутого стану контактів, асинхронізму іскроутворення, а також характеристик відцентрового та вакуумного регуляторів на стенді складають схему, яка аналогічна з'єднанню приладів системи запалювання на машині, однак замість котушки запалювання використовують додатковий резистор R (рис. 3.67, *а*). Падіння напруги на резисторі R пропорційне до кута замкнутого стану контактів. Стенд СПЗ-12 оснащений синхроскопом, в якому замість неонові лампи, використано світлодіоди. Кількість світлодіодів повинна відповідати числу комутацій вихідного транзистора (чотири, шість або вісім) за один оберт валика розподільника. Світлодіоди зміщують один відносно одного за радіусом диска синхроскопа на кут, який відповідає числу комутацій транзистора за один оберт валика. Тому, під час перевірки комутатора з чотириіскровим розподільником на одному секторі диска, що обертається, будуть спостерігатись чотири дуги світла (рис. 3.67, *б*). Кут сектора α_1 буде відповідати куту замкнутого стану. Кутова довжина окремих дуг світла різна, а максимальна різниця α_2 визначає асинхронізм давача-розподільника.



а



б

Рис. 3.67. Схема з'єднання приладів запалювання (а) та вимірювання параметрів системи запалювання (б) на стенді СПЗ-12

Технічний стан магнітоелектричного давача визначають за напругою під час роботи разом з комутатором. Для цього сигнал давача випрямляють і подають на вимірювальний прилад. Залежно від частоти обертання ротора давач повинен створювати сигнал, значення якого вказано в технічних умовах.

Для перевірки роботи давача Холла до розподільника, знятого з двигуна, під'єднують АБ, вольтметр із внутрішнім опором не менше 10 кОм і резистор 2 кОм. Повільно обертаючи рукою валік розподільника, спостерігають за показами вольтметра. Коли в зазорі давача немає екрануючої шторки, вольтметр повинен показувати напругу не більше 0,4 В. Коли зазор давача перекриває екрануюча шторка, вольтметр повинен показувати напругу, яка відрізняється від напруги живлення не більше, ніж на 3 В.

У разі потреби перевірки технічного стану транзисторних комутаторів використовують схему для перевірки безперебійності іскроутворення. Оскільки всі прилади системи запалювання (розподільник, котушка, додатковий резистор) можуть бути перевірені раніше, то в разі їх справності причиною перебоїв в іскроутворенні слід вважати несправність комутатора.

Під час поглибленої перевірки комутатора за допомогою генератора імпульсів та двоканального осцилографа визначають вплив частоти імпульсів із давача на час нагромадження енергії.

Технічне обслуговування *свічок запалювання* полягає в перевірці їх технічного стану, очищенні від нагару та регулюванні зазору між електродами.

Свічки працюють в широкому температурному діапазоні 400–800 °С, а тому під час експлуатації електроди свічок зношуються. При температурі нижче 400 °С на електродах залишаються продукти неповного згоряння, а при температурі понад 800 °С відбувається інтенсивне окиснення електродів. При температурі понад 950 °С настає розжарювальне запалювання, яке призводить до руйнування свічки запалювання та до прогорання днища поршня. Тому свічки слід оглядати та очищати через кожні 5000 км пробігу. Однак навіть за умов належної експлуатації свічки запалювання слід змінювати (залежно від умов експлуатації) через 10000–16000 км.

Перед зняттям свічки необхідно щіткою або стиснутим повітрям усунути бруд із гнізда свічки в головці циліндрів. Викручувати свічки слід лише за допомогою спеціального ключа.

Свічки запалювання перевіряють після роботи двигуна під навантаженням, оскільки під час роботи на холостому ходу змінюється характер нагару, що може стати причиною формулювання невірної висновку про їх технічний стан.

Під час огляду свічки необхідно ретельно перевірити, чи немає тріщин на ізоляторі. Свічки, на яких виявлено тріщини, підлягають заміні.

Оглядаючи свічки, слід мати на увазі, що під час їх роботи на конусній частині ізолятора утворюється червонувато-коричневий наліт, який не впливає на їх роботу. Очищувати свічки від нальоту немає потреби. Свічки, на поверхні яких виявлено нагар, необхідно очистити на спеціальному піскоструменевому апараті Э203. Для зняття нагару не варто використовувати гострі сталі інструменти, оскільки це призводить до виникнення подряпин і нерівностей, які сприяють нагароутворенню в процесі подальшої експлуатації.

Якщо колір теплового конуса ізолятора свічки запалювання є сіро-білий, сіро-жовтий або навіть коричневий (рис. 3.68, *а, б*), то це свідчить про

нормальну роботу системи запалювання й відсутність термічних перевантажень свічки.

Наявність на конусі ізолятора, електродах і корпусі свічки запалювання інтенсивного чорного нагару (рис. 3.68, в, г) свідчить про невірне регулювання складу робочої суміші та є причиною перебоїв у запалюванні. Якщо ж свічки вкриті сажею з масляним блиском чи нагаром (рис. 3.68, г, д), то це є ознакою суттєвого зносу поршневих кілець, циліндрів, направляючих клапанів.



Рис. 3.68. Технічний стан свічок запалювання:

*а, б – нормальний; в, г – закопчена свічка; г, д – замаслена свічка;
е, є – свинцювання; ж, з – утворення золи; и, і – наплавлений середній електрод;
ї – проплавлений середній електрод; й – сильний знос середнього електрода;
к – сильний знос бічного електрода; л – руйнування теплового конуса ізолятора*

Перебої в запалюванні при значних навантаженнях можуть виникати внаслідок свинцювання, коли на тепловому конусі ізолятора створюється глазур коричнево-жовтого, а, інколи, зеленого кольору (рис. 3.68, *е, є*). Такі свічки не очищують, а відразу замінюють. Відразу замінюють також свічки, на яких виявлено утворення золи (рис. 3.68, *ж, з*).

Не підлягають ремонту свічки з наплавленими (рис. 3.68, *и, і*) чи проплавленими (рис. 3.68, *і*) електродами, сильно зношеним центральним або боковим електродом (рис. 3.68, *й, к*), з руйнуванням теплового конуса ізолятора (рис. 3.68, *л*).

Ці дефекти електродів свідчать про передчасне запалювання, несправність або ж невірне регулювання розподільника запалювання, несправності клапанів і низьку якість пального.

Після очищення від нагару за допомогою круглого дріт'яного щупа перевіряють зазор між електродами і в разі потреби регулюють його, відгинаючи боковий електрод (рис. 3.69). Нормальний зазор між електродами повинен становити 0,8...0,95 мм.



Рис. 3.69. Перевірка (*а*) та регулювання (*б*) зазору між електродами свічки запалювання

Досконалішим є спеціальний набір інструментів, що включає пристосування для контролю та регулювання свічок запалювання (рис. 3.70).

Оскільки плоскі щупи далеко не найзручніший інструмент для вимірювання зазорів у свічках запалювання, особливо в разі нерівномірного

зносу електродів, то в комплект включено набір спеціальних тонких дротів для перевірки зазору. Дротяний калібр необхідного розміру повинен проходити між електродами з певним опором (рис. 3.70, а). У набір також входить спеціальний тонкий дріт, який використовується для встановлення в центральний електрод платинової свічки запалювання, після попереднього відгинання бічного її електрода (рис. 3.70, б). Якщо дріт входить до упору пластмасового обмежувача в електрод, то свічка вимагає заміни. Для збільшення зазору між електродами використовують спеціальний пристрій (рис. 3.70, в). Для зменшення зазору свічку встановлюють на тверду гладку поверхню й натискають на неї (рис. 3.70, г).

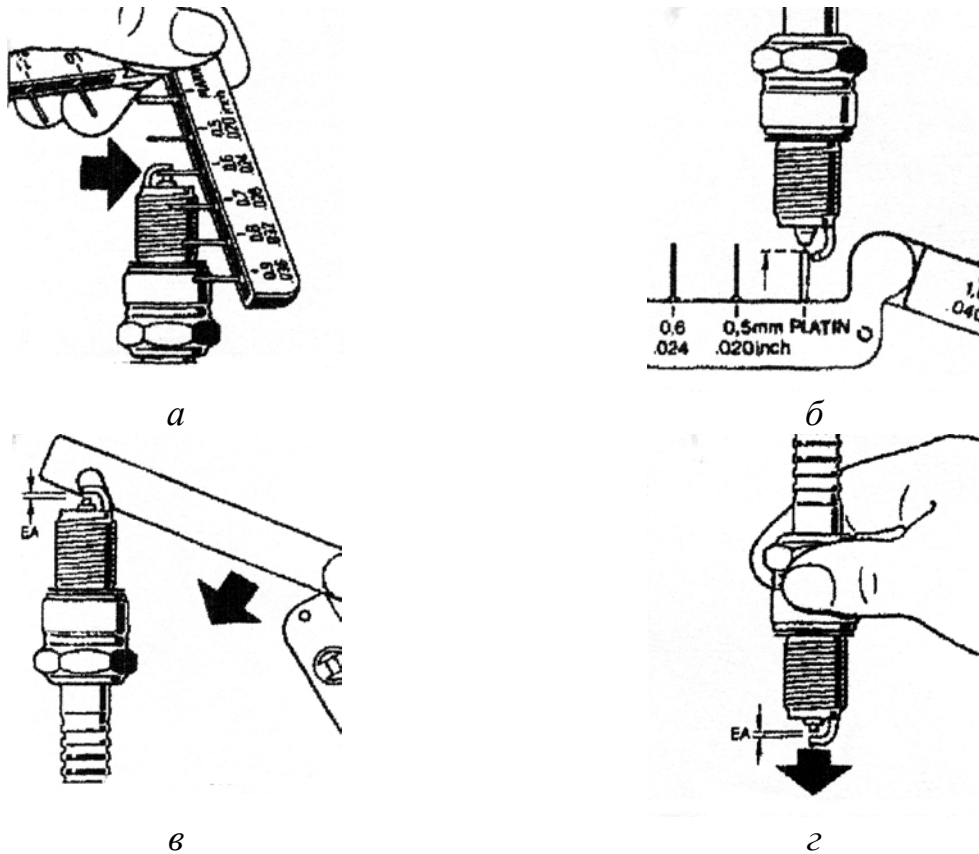


Рис. 3.70. Спеціальний набір інструментів для контролю та регулювання свічок запалювання

Під час технічного обслуговування проводи високої напруги слід ретельно протерти від бруду, пилу та особливо масла салфеткою, змоченою в бензині. Це запобігає пробією ізоляції.

3.7. Можливі несправності системи запалювання та способи їх усунення

Несправності в системі запалювання призводять до пропусків запалювання паливної суміші в циліндрах, у результаті двигун не розвиває потрібної потужності, працює нестабільно, підвищується навантаження на робочі циліндри, що призводить до зменшення їх ресурсу та збільшення витрати палива.

Несправності системи запалювання можна виявити за порушеннями в роботі ДВЗ.

Якщо стартер прокручує колінвал з потрібною частотою, однак двигун не запускається та немає навіть окремих спалахів робочої суміші в циліндрах, то для визначення характеру несправності в системі запалювання слід по чергово від'єднати проводи високої напруги від свічок та встановити їх так, щоб між їх наконечниками й корпусом можна було змінити зазор від 2 до 8 мм. Під час прокручування колінвала стартером і збільшенні зазору між наконечником і корпусом буде спостерігатись або ж буде відсутнім іскроутворення.

Для електронних систем запалювання знімати проводи високої напруги свічок запалювання при працюючому двигуні (стартері) в жодному разі не можна, оскільки це може вивести з ладу датчик Холла. Тому для перевірки іскроутворення вставляють у наконечник змінний стержень (“хрест-шліц”) автомобільної викрутки. Поклавши викрутку горизонтально на кришку клапанів отримують необхідний іскровий проміжок.

Наявність іскор синього кольору свідчить про справність приладів системи запалювання. У такому разі слід перевірити справність свічок.

Відсутність іскроутворення свідчить про несправність приладів системи запалювання.

У такому разі першочергово перевіряють кріплення проводів високої напруги в гніздах кришки розподільника та котушки запалювання. Якщо жодних порушень у результаті огляду не було виявлено, то від'єднують центральний провід від розподільника та знову перевіряють наявність

високої напруги. Якщо на центральному проводі є напруга, то це свідчить про несправність розподільника. За відсутності напруги на центральному проводі перевіряють котушку запалювання.

Для цього центральний високовольтний провід встановлюють на віддалі 2...3 мм від корпусу, від'єднують від розподільника провід низької напруги (в контактно-транзисторній системі – провід від безіменного виводу комутатора) і торкаються ним до корпусу. У момент відриву проводу від корпусу в проміжку між центральним проводом і корпусом повинна виникнути іскра. Відсутність іскри вказує на несправність котушки запалювання, а наявність – на несправності в колі низької напруги розподільника. У контактно-транзисторній системі запалювання причиною може також бути вихід з ладу транзистора.

Пробій транзистора комутатора виявляють, підключивши контрольну лампу між безіменним виводом і корпусом автомобіля при від'єднаному від виводу Р проводі та увімкненому запалюванні. Якщо при з'єднанні проводом виводу Р з корпусом автомобіля контрольна лампа гасне, а при від'єднанні провода від корпусу горить, то комутатор справний.

Коли під час прокручування колінвала стартером між наконечником проводу високої напруги та корпусом будуть спостерігатись іскри червоного кольору, то це свідчить про недостатність напруги, яка підводиться до свічок. У такому разі перевіряють котушку запалювання.

Якщо на котушці немає достатньої напруги, перевірку повторюють, попередньо від'єднавши провід від виводу ВК-Б. Якщо під час такої перевірки напруга на котушці взагалі зникає, то несправним є додатковий резистор, а якщо напруга на котушці є – то несправна котушка запалювання або розподільник.

Працездатність котушки та конденсатора можна також перевірити, замінивши їх новими.

В електронних системах запалювання перевіряють також давач Холла. Для перевірки застосовують тестер, під'єднуючи його між проводами, що

йдуть від виводів комутатора до давача Холла. При цьому самі проводи від'єднувати не слід. Якщо давач справний, то при повільному обертанні колінвала (не стартером, а за допомогою ключа або через колесо) напруга на виході давача різко зміниться від мінімального ($U_{\min} = 0,4 \text{ В}$) до максимального значення ($U_{\max} = 5 \text{ В}$).

Якщо двигун не запускається, однак спостерігаються окремі спалахи робочої суміші в циліндрах або під час роботи двигуна спостерігають перебої, то першочергово перевіряють наявність високої напруги на свічках запалювання. Якщо напруга є, то це свідчить про несправність самих свічок. Якщо ж напруга надходить з перебоями, то необхідно перевірити котушку запалювання шляхом візуального спостереження за іскроутворенням між наконечниками високовольтних проводів і корпусом. Якщо іскроутворення на котушці запалювання безперебійне, то причинами ненормальної роботи ДВЗ можуть бути: пошкодження чи забруднення ізоляційних деталей розподільника або потрапляння на них вологи; пошкодження ізоляції високовольтних проводів. Якщо ж іскроутворення на котушці запалювання відбувається з перебоями, то це свідчить про несправність власне котушки (пробій ізоляції вторинної обмотки, обгоряння центрального виводу) або ланцюга низької напруги (потрапляння масла або бруду на контакти перервника, ерозія та корозія контактів перервника, порушення кута замкнутого стану контактів, великий люфт валика розподільника, обрив дроту між рухомою та нерухомою пластинами перервника, послаблення пружини важеля, пробій конденсатора, несправність транзисторного комутатора).

У разі несправності транзисторного комутатора перебої в іскроутворенні зумовлені пробоем стабілітрона або ж поганим контактом виводу М з корпусом автомобіля. Спад напруги при непрацюючому двигуні між виводом М і корпусом автомобіля при замкнутих контактах перервника та ключа запалювання не повинен перевищувати 0,1 В. Стабілітрон перевіряють, під'єднуючи контрольну лампу між виводом К комутатора та корпусом

автомобіля при від'єднаних контактах Р і К та включеному запалюванні. Якщо контрольна лампа горить, то стабілітрон пробитий.

Перебої в роботі двигуна з мікропроцесорною системою запалювання можуть бути зумовлені несправностями контролера. Для його перевірки можна використати просту індикаторну схему (рис. 3.71), складену з використанням резисторів типу МЛТ (1 Вт), транзистора типу КТ817Б і контрольної лампи А12 (3 Вт).

Далі з'єднують виводи індикаторної схеми з джерелом живлення (АБ), від'єднують колодку штепсельного роз'єму від комутатора і під'єднують вхід А індикатора по чергово до роз'ємів “Вибір каналу” та “Момент запалювання”. Якщо під час прокручування колінвала стартером контрольна лампа спалахує, то контролер формує необхідні сигнали. Якщо ж лампочка не спалахує, то перевіряють з'єднання контролера з комутатором і давачами початку відліку та кутових імпульсів. Якщо з'єднання справні, то можна припустити, що несправним є контролер.

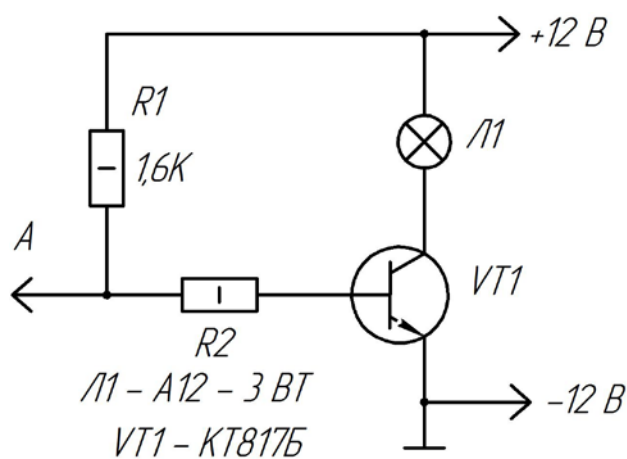


Рис. 3.71. Індикаторна схема для перевірки контролера

Якщо двигун запускається, однак після виключення стартера припиняє роботу, то причиною є обрив у колі низької напруги, в першу чергу – несправність додаткового резистора.

Якщо під час роботи ДВЗ не розвиває необхідної потужності, перегрівається та перевитрачає паливе, то це свідчить про порушення в роботі відцентрового та вакуумного регуляторів випередження запалювання

або невірно встановлений початковий кут випередження запалювання. Такі ознаки в електронних системах керування можуть свідчити про несправності датчиків температури, а також тиску й температури у впускному колекторі.

Якщо мають місце окремі перебої в запалюванні, то варто також перевірити полярність котушки запалювання. Сучасні системи запалювання сконструйовані таким чином, щоб центральний ізолюваний електрод свічки запалювання був від'ємним, а електрод з'єднаний з масою – додатним. Зміна полярності вимагає для стійкого іскроутворення напруги, що на 40% вища за номінальну. Для перевірки полярності котушки запалювання можна застосувати простий тест – встановити між кінцем високовольтного проводу і наконечником свічки запалювання свинцевий олівець (рис. 3.72).

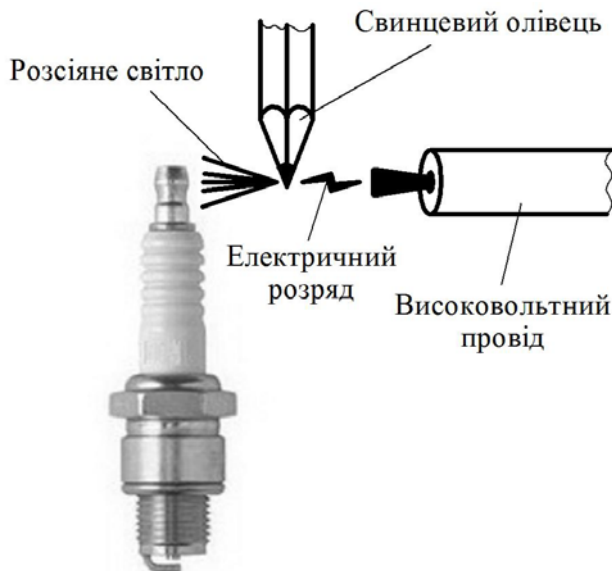


Рис. 3.72. Перевірка полярності напруги на свічці запалювання

Якщо полярність котушки правильна, то в момент виникнення іскри між кінчиком свинцевого олівця і свічкою запалювання виникне розсіяне світло. Якщо полярність котушки неправильна, то розсіяне світло виникатиме в момент іскроутворення між кінчиком свинцевого олівця та високовольтним проводом. Для зміни полярності напруги достатньо поміняти місцями проводи низької напруги котушки запалювання.

Якщо ж прилади електрообладнання та контрольні прилади ведуть себе абсолютно непередбачувано, необхідно шукати поганий контакт.

3.8. Діагностування системи запалювання

Перед діагностуванням потрібно обов'язково опитати шофера (оператора машини), щоб встановити, за яких умов та які несправності виникають під час роботи ДВЗ.

Слід також провести початковий огляд ДВЗ, який передбачає такі перевірки:

- кріплення та технічного стану АБ;
- технічного стану та натягу паса генератора;
- відповідності типу свічок, що встановлені, технічним вимогам, а також технічного стану свічок запалювання;
- відсутності масла або ж вологи в розподільнику;
- технічного стану кришки розподільника запалювання на наявність тріщин і слідів стікання високої напруги;
- опору та технічного стану ротора розподільника;
- технічного стану кришки котушки запалювання;
- стану електричних з'єднань, щоб переконатись у відсутності корозії або ж поганого контакту.

3.8.1. Теоретичні положення діагностування систем запалювання

Основний метод діагностування класичної (контактної) та контактно-транзисторної систем запалювання полягає в порівнянні перехідних процесів, які відбуваються в різних вузлах, з еталонними. Суть методу полягає в тому, що характерні криві напруги перехідних процесів виводяться на екран осцилографа, і, порівнюючи їх форму з еталонною, можна виявити практично будь-які несправності системи.

З метою полегшення аналізу зображень осцилограф оснащено спеціальним пристроєм, який уможливорює одночасний вивід на екран декількох зображень (за кількістю циліндрів двигуна), що розгорнуті на весь екран і розташовані один над одним або накладені один на одного. За видом осцилограм (рис. 3.73) можна визначити технічний стан котушки запалювання,

конденсатора, значення первинної та вторинної напруги, кутів замкнутого та розімкнутого станів контактів перервника-розподільника тощо.

На рис. 3.73, *a* подана еталонна крива напруги на контактах перервника-розподільника, де по осі абсцис відкладено кут повороту вала розподільника φ , а по осі ординат – напруга U .

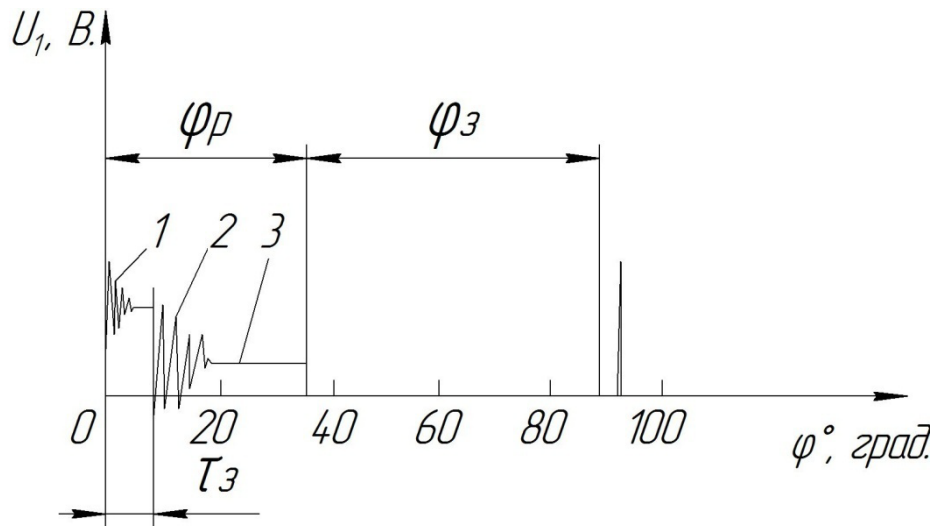
Постійний рівень напруги 3 відповідає напрузі акумуляторної батареї, коли контакти перервника розімкнуті. Високочастотні коливання 1 на початку циклу зумовлені коливним процесом у колі конденсатор – первинна обмотка котушки запалювання під час роз'єднання контактів перервника. Високочастотні коливання 2 на спаді імпульсу запалювання відтворюють процес розсіювання енергії в котушці після першого розряду.

Тривалість імпульсу запалювання τ_3 визначається запасом енергії в котушці. У межах кута φ_p контакти перервника розімкнуті, а в межах кута φ_z – замкнуті.

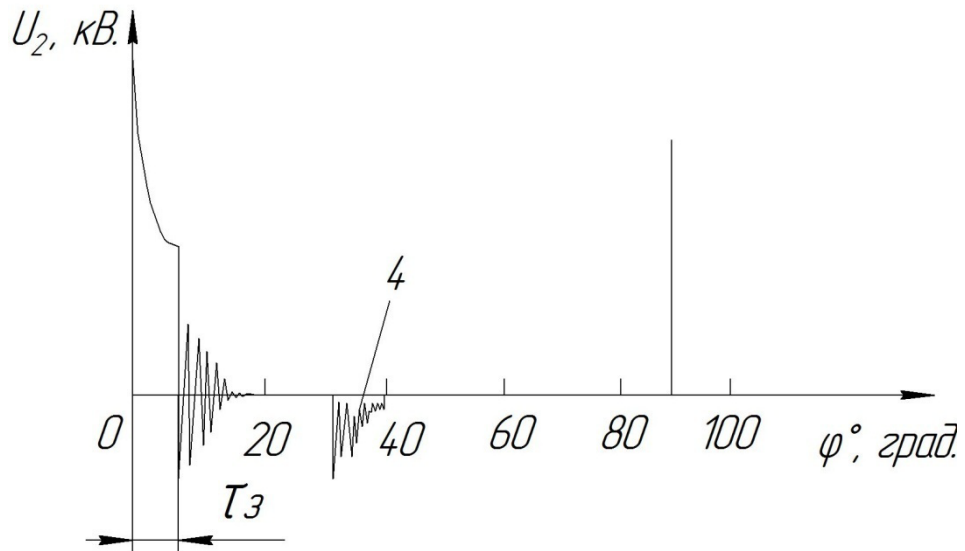
Описаному циклу зміни напруги на контактах перервника відповідає цикл зміни напруги у вторинній обмотці котушки запалювання (рис. 3.73, *б*). Високочастотні коливання 4 зумовлені перезарядженням розподілених ємностей вихідного ланцюга під час замикання контактів перервника.

Несправності різних приладів системи запалювання певним чином впливають на форму імпульсів напруги в межах циклу запалювання, а тому за зміною форми цих імпульсів можна сформулювати висновки про несправності системи запалювання.

Діагностувати системи запалювання доцільно в режимі роботи ДВЗ під навантаженням, забезпечуючи максимально можливу напругу пробою іскрового проміжку між електродами свічки. При незначному навантаженні напруга пробою зазвичай не перевищує 10 кВ, а при підвищених навантаженнях, внаслідок збільшення тиску в циліндрах, напруга пробою значно зростає, досягаючи декількох десятків кіловольт. За таких умов є можливість точніше виявляти більшість дефектів ізоляції котушки запалювання, проводів, ковпачків, свічок.



а



б

Рис. 3.73. Еталонні криві первинної (а) та вторинної (б) напруги в системі запалювання

Режимами підвищеного навантаження є пуск двигуна, різке відкриття дросельної заслінки і робота двигуна на низьких оборотах під максимальним навантаженням. У цих режимах наповнення циліндра паливоповітряною сумішшю близьке до максимального, іскроутворення відбувається тоді, коли поршень знаходиться поблизу верхньої мертвої точки. Отже, в цей момент тиск газів у циліндрі наближається до максимально можливого.

Діагностування системи запалювання слід розпочинати з аналізу первинної напруги.

Несправний стан контактів перервника-розподільника (забрудненість і зношеність контактів, послаблення кріплення осі контактів чи послаблення пружини) визначають за спотворенням кривої первинної напруги. Накладання зображень первинної напруги всіх циліндрів уможливорює виявлення зносу кулачка та приводу перервника, що спричинює асинхронність у чергуванні іскор.

Діагностування системи запалювання розпочинають при частоті обертання колінвала $n = 1000$ об./хв., коли визначають стан котушки та конденсатора, а також кут замкнутого стану контактів і його зміну. При збільшенні частоти обертання колінвала до $n = 2000$ об./хв. кут замкнутого стану контактів не повинен змінюватись більш, ніж на 2° .

Первинна напруга на всіх циліндрах перевіряється за кутом замикання контактів перервника. Розходження в кутах замикання для “накладеної” осцилограми не повинно перевищувати 2° .

Перевірка *вторинних кіл* системи запалювання за видом осцилограми першого циліндра дає можливість встановити: полярність вторинної напруги, стан вторинної обмотки котушки запалювання, стан високовольтного проводу. Накладена осцилограма вторинної напруги всіх циліндрів уможливорює визначення збільшення зазору в свічках, коротке замикання, а також обрив і збільшення опору в електричному колі свічки.

На осцилограмі вторинної можна виділити чотири основні фази: накопичення енергії, момент пробою, горіння іскри, затухаючі коливання (рис. 3.74) [41].

Тривалість *накопичення енергії* (заряджання котушки) – інтервал часу від замикання котушки на масу та початку протікання через неї струму аж до виникнення іскрового розряду, обумовленого ЕРС самоіндукції котушки після розриву ланцюга. *Перехідний процес* вказує на закінчення процесу ефективного заряджання котушки (момент насичення, обмеження струму заряджання) – котушка більше не нагромаджує енергію.

У деяких випадках момент пробивання свічкового зазору настає дещо раніше перехідного процесу, однак це не вважається несправністю (рис. 3.75).

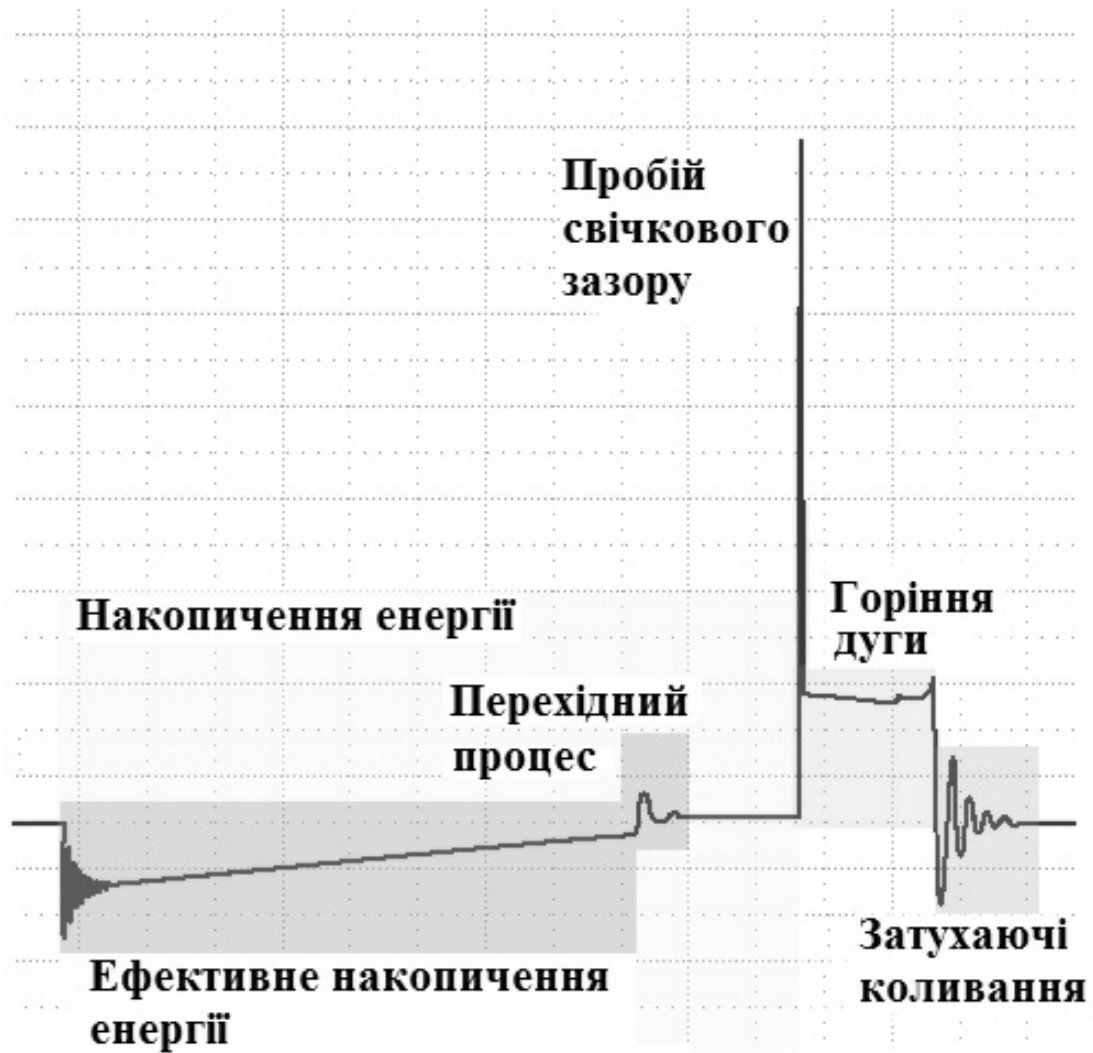


Рис. 3.74. Осцилограма вторинної напруги справної системи запалювання

Пробій свічкового зазору (див. рис. 3.74) виникає при розриві первинного ланцюга котушки запалювання. При цьому виникає напруга самоіндукції, яка призводить до швидкого наростання напруги у вторинній обмотці. Напруга збільшується до тих пір, поки не перевищить напругу пробивання свічкового зазору. Тривалість пробивання складає близько 10...20 мкс. Напруга пробивання залежить від проміжку між електродами свічки і від діелектричних властивостей середовища, яке заповнює цей проміжок. Для пробивання сухого повітря в умовах атмосферного тиску потрібна напруга ≈ 30 кВ/см. При підвищенні тиску і зменшенні вмісту палива в суміші напруга пробивання зростає [41].

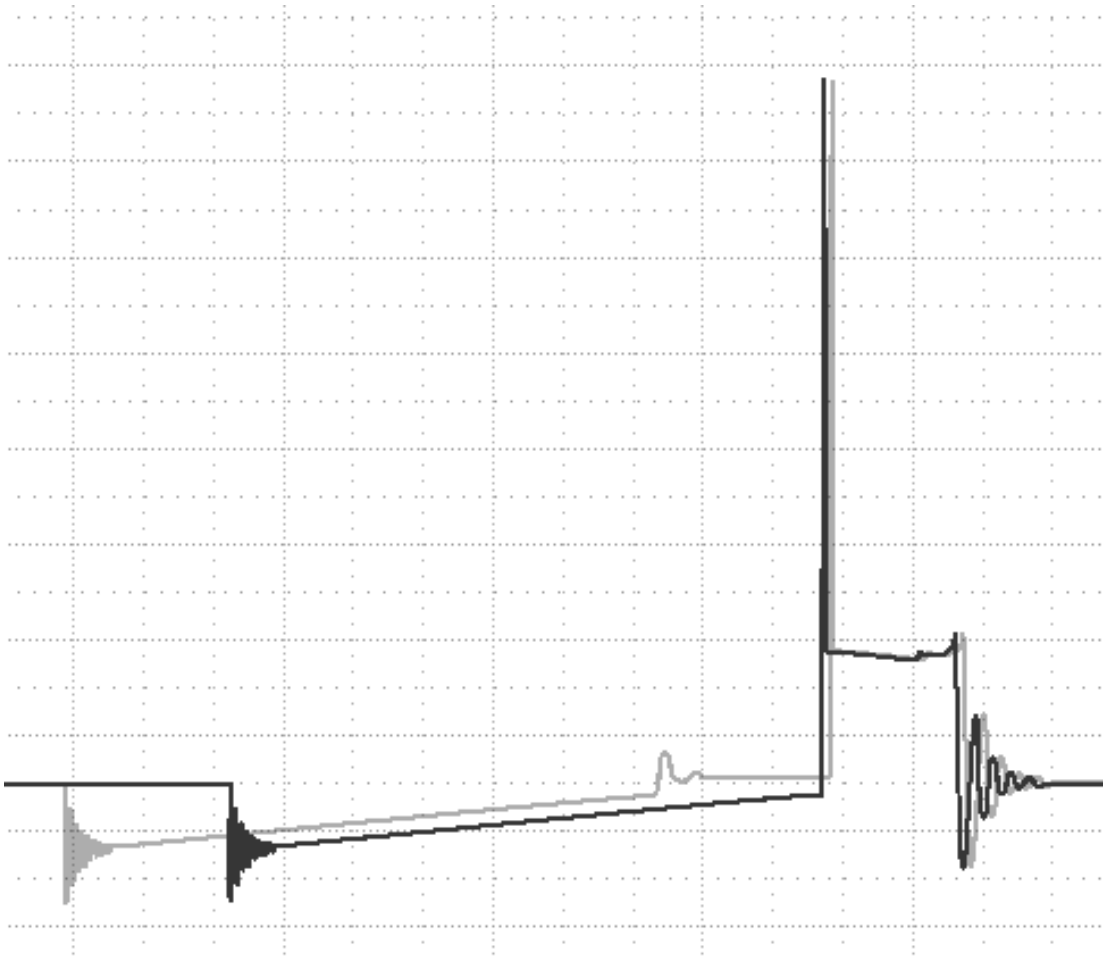


Рис. 3.75. Зменшена (у межах норми) тривалість заряджання котушки запалювання

Наступна ділянка осцилограми – *горіння іскри*, відповідає протіканню постійного струму в іскровому зазорі свічки. Напруга горіння іскри складає близько 1...2 кВ. Тривалість горіння іскри для всіх циліндрів має бути однаковою та складати від 1...1,5 мс до 2...2,5 мс, залежно від типу системи запалювання, особливостей конструкції.

Енергія, нагромаджена котушкою, витрачається на пробивання іскрового зазору свічки і на підтримку горіння іскри. Чим вище напруга пробивання, тим меншою є тривалість горіння іскри, а отже, й нижчою ймовірність запалювання паливної суміші. І навпаки: при низькій напрузі пробивання іскрового проміжку тривалість горіння зростає, що свідчить про зменшений зазор у свічці і зниженні взаємодії іскри з паливною сумішшю, що також призводить до зменшення ймовірності запалювання паливно-повітряної суміші.

Осцилограма вторинної напруги всіх циліндрів визначає характер напруги пробивання іскрового проміжку послідовно на всіх свічках і якість роботи свічок при частоті обертання колінвала до 2000 об./хв. Якщо в колі свічки є коротке замикання, то імпульс напруги у вторинному колі має меншу амплітуду та більшу тривалість розряду порівняно з імпульсами інших циліндрів, однак за формою він мало відрізняється від нормальних імпульсів. Такі ж ознаки свідчать про малий зазор між електродами свічки. Пробивна напруга на окремих свічках не повинна відрізнятися більше, ніж на 10%.

Осцилограма вторинної напруги, отримана під час роботи двигуна з високим навантаженням, подана на рис. 3.76, свідчить про нормальну роботу системи запалювання.

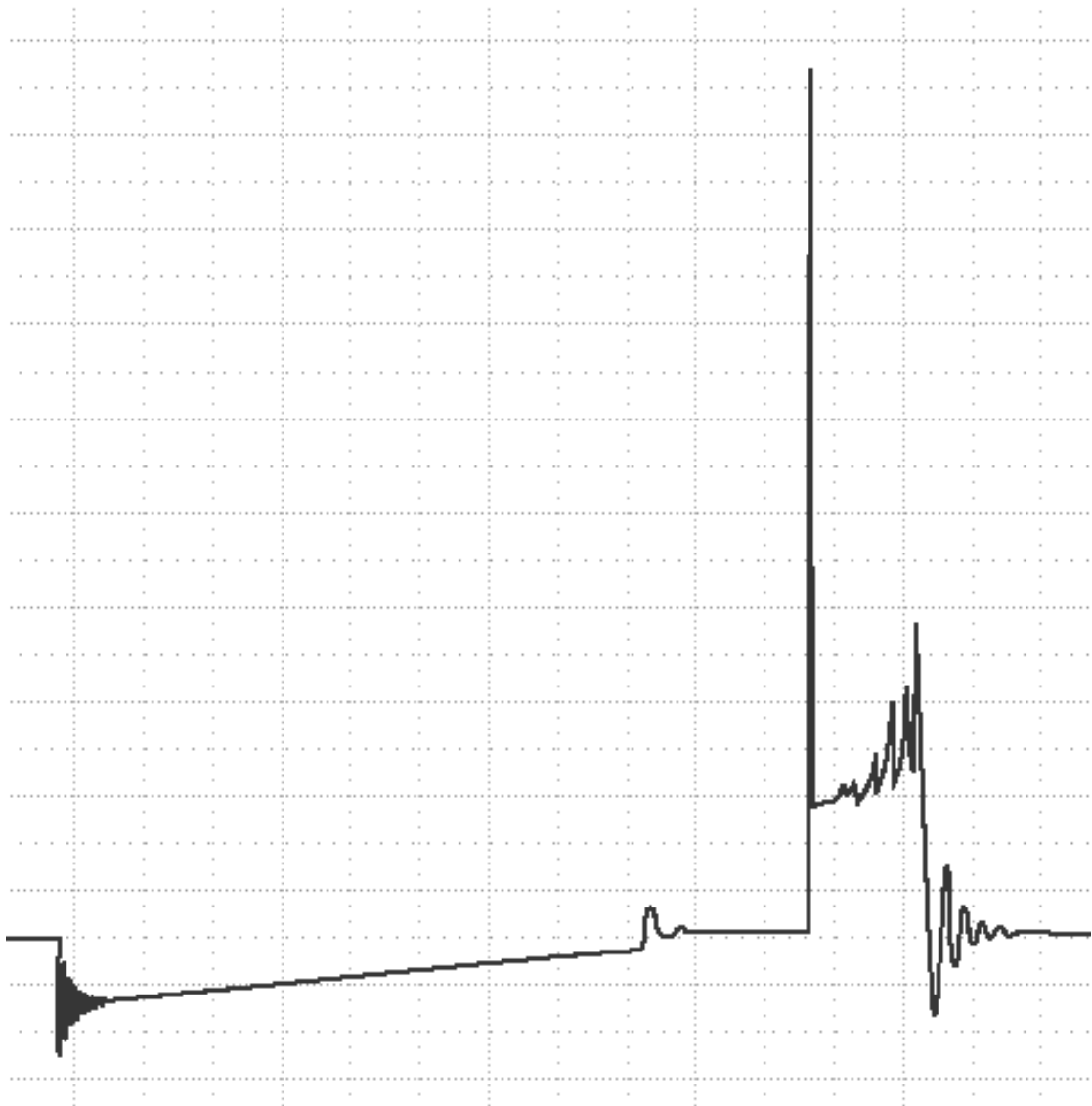


Рис. 3.76. Нормальний вид осцилограми вторинної напруги на режимі підвищеного навантаження двигуна

На ділянці горіння іскри осцилограми можна спостерігати множинні пиловидні стрибки напруги. Вони виникають внаслідок гасіння іскри вихровими і турбулентними потоками газів усередині камери згоряння. Зростання тиску в камері згоряння потребує все більшої напруги для підтримання горіння іскри між електродами свічки запалювання.

Внаслідок збільшення значення напруги пробною і середнього значення напруги горіння іскри під час роботи двигуна з високим навантаженням тривалість горіння іскрового розряду зменшується.

Для діагностування класичної (контактної) та контактнотранзисторної систем запалювання використовують прилади Э-205, Э-214, мотортестери та мінімотортестери *FSA-560*, *MOT-251*, *MOT-240* фірми *BOSCH* (рис. 3.77).

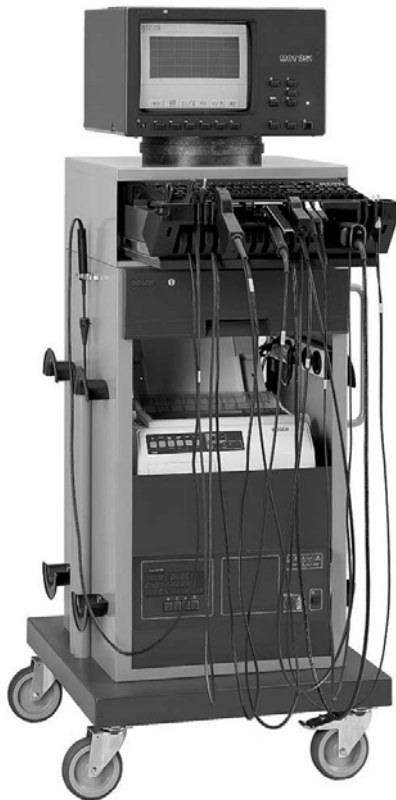
*a**б*

Рис. 3.77. Мотортестер MOT-251(*a*) і мінімотортестер MOT-240(*б*) фірми *BOSCH*.

3.8.2. Діагностування котушок запалювання

Якщо тривалість заряджання котушки помітно зменшена, то це є ознакою несправності, яка призводить до зменшення енергії, що накопичується котушкою, а, отже, й до скорочення тривалості горіння іскри (рис. 3.78).

Недостатня кількість енергії може спричинити пропуски запалювання при великих навантаженнях, оскільки напруга на вторинній обмотці котушки не досягатиме напруги пробивання повітряного зазору свічки [41].

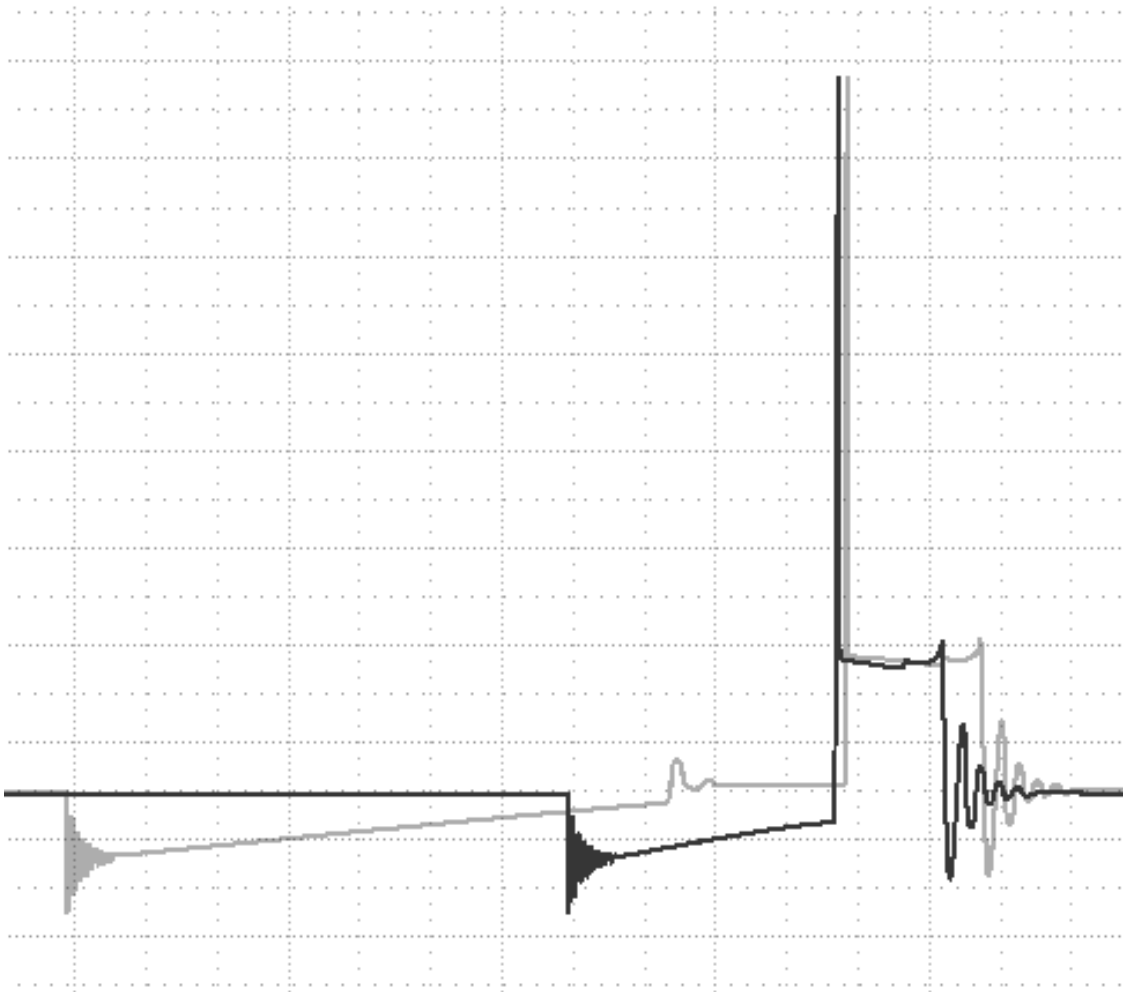


Рис. 3.78. Суттєво зменшена тривалість заряджання котушки запалювання

У разі слабого прояву або ж цілковитої відсутності *затухаючих коливань* в кінці фази горіння іскри можна зробити висновок про несправності котушки запалювання або конденсатора (для класичної системи запалювання). Індуктивність котушки і ємність конденсатора утворюють коливальний контур. Швидкість загасання коливань залежить від добротності

коливального контуру. Якщо наявний пробій ізоляції конденсатора, короткозамкнуті витки або міжвитковий пробій в котушці, то добротність контуру значно падає, що і призводить до відсутності коливань (рис. 3.79).

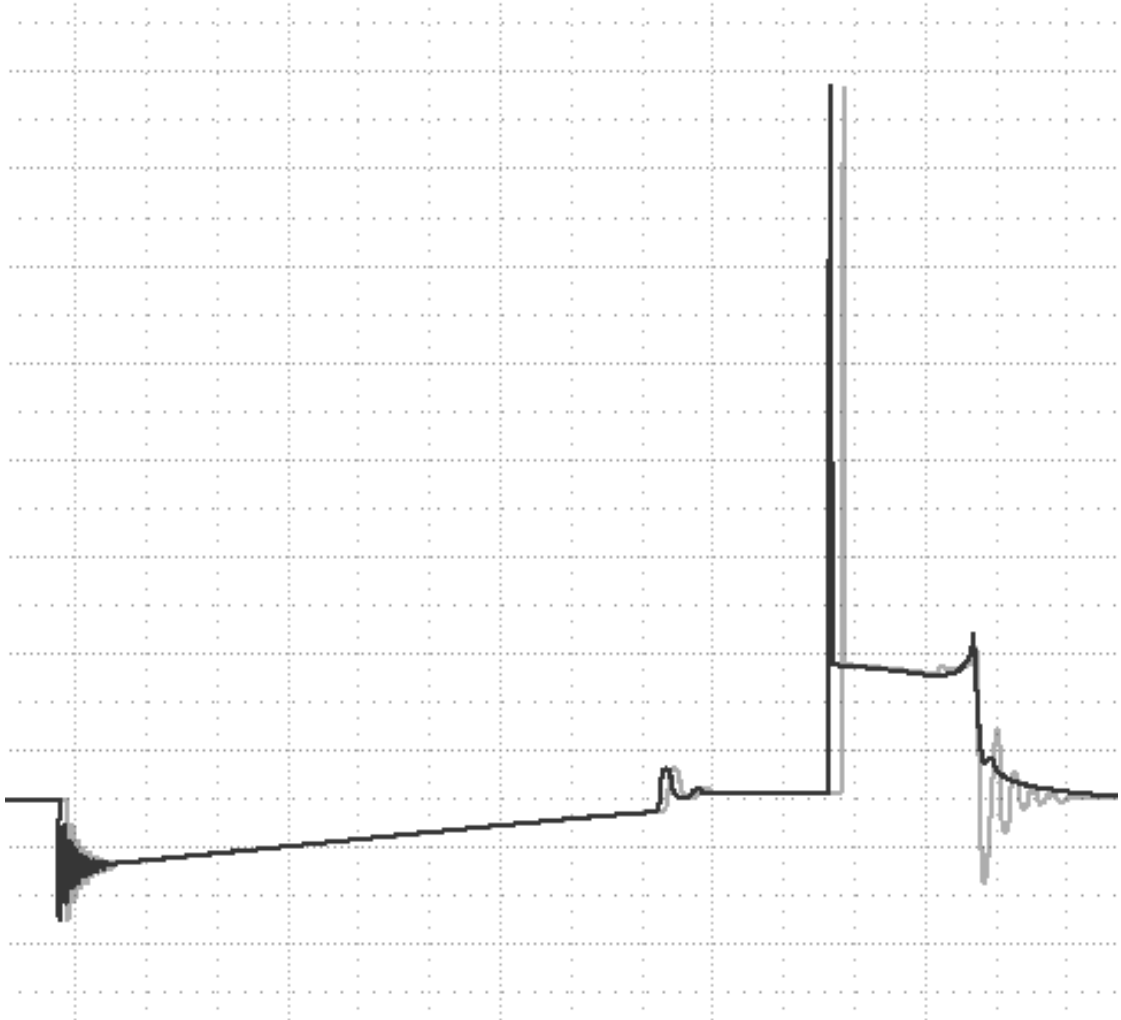


Рис. 3.79. Несправність котушки запалювання

Конденсатор використовують тільки в класичній системі запалювання. У системах, керованих електронікою, конденсатор не застосовується, а як ємність коливального контуру виступає міжвиткова ємність котушки.

Паразитний іскровий розряд між витками котушки запалювання зменшує частину енергії корисного розряду в іскровому зазорі свічки. Зі зростанням навантаження двигуна, частка енергії іскрового розряду, яка втрачається, зростає. Крім того, істотно знижується максимально можлива вихідна напруга котушки запалювання.

Наявність пробую міжвиткової ізоляції обмоток котушки запалювання, незначно впливає на роботу двигуна на холостому ходу і з малими навантаженнями, однак є причиною недостатньої енергії іскрового розряду та пропусків у іскроутворенні під час роботи двигуна з високим навантаженням, а також створює труднощі під час його запуску.

Котушка запалювання з пробитою міжвитковою ізоляцією генерує високовольтні імпульси, що нагадують формою імпульси, які виникають при забрудненні поверхні керамічного ізолятора свічки запалювання з боку камери згоряння або ж імпульси, які виникають за наявності пробую високовольтної ізоляції елемента системи запалювання поза камерою згоряння. Тому, в такому випадку, необхідно провести додаткові перевірки.

Якщо мотор-тестр відсутній, то для перевірки котушок запалювання можна використати омметр (мультиметр).

Котушки запалювання перевіряють на обрив обмоток (і додаткового резистора), міжвиткове замикання та опір ізоляції на «масу».

Для вимірювання опору первинної обмотки котушки запалювання підключають омметр відповідно до схеми, показаної на рис. 3.80.

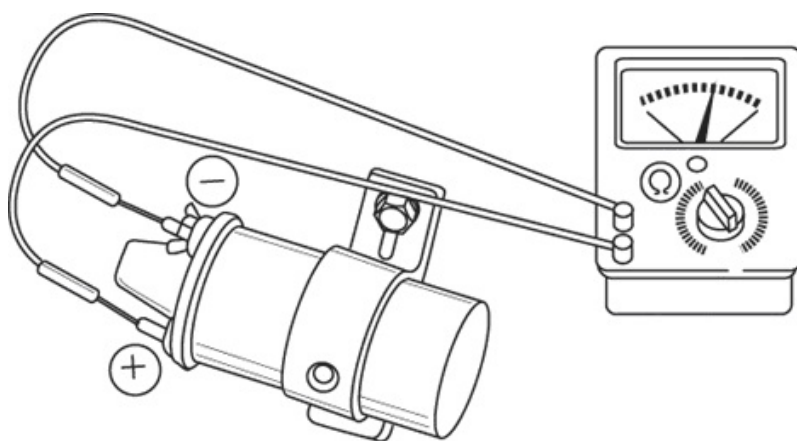


Рис. 3.80. Використання омметра (мультиметра) для вимірювання опору первинної обмотки котушки запалювання

Якщо опір первинної обмотки котушки набагато менший, ніж передбачений технічними характеристиками (табл. 3.3), то це є ознакою міжвиткового замикання. Якщо покази омметра не змінилися, то обмотка має

обрив. Для перевірки опору вторинної обмотки котушки запалювання омметр під'єднують відповідно до схеми, поданої на рис. 3.81, а для перевірки опору ізоляції на «масу» омметр під'єднують до корпусу котушки запалювання і по черзі до кожної з клем (рис. 3.82).

У всіх випадках вимірний опір повинен бути, не меншим 50 МОм (окрім котушок контактної-транзисторної й безконтактної систем запалювання).

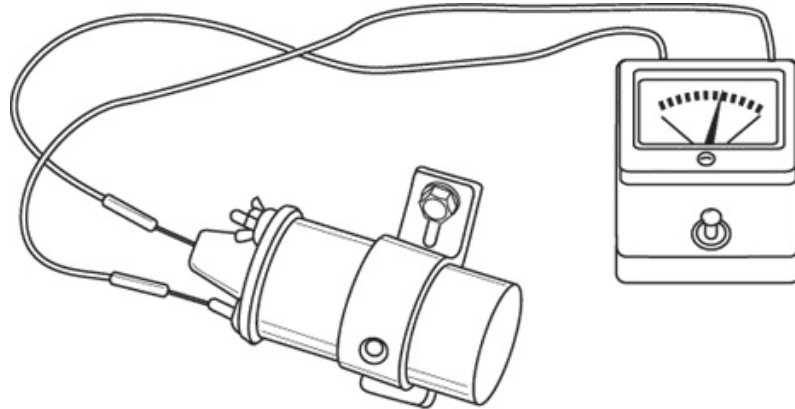


Рис. 3.81. Використання омметра (мультиметра) для вимірювання опору вторинної обмотки котушки запалювання

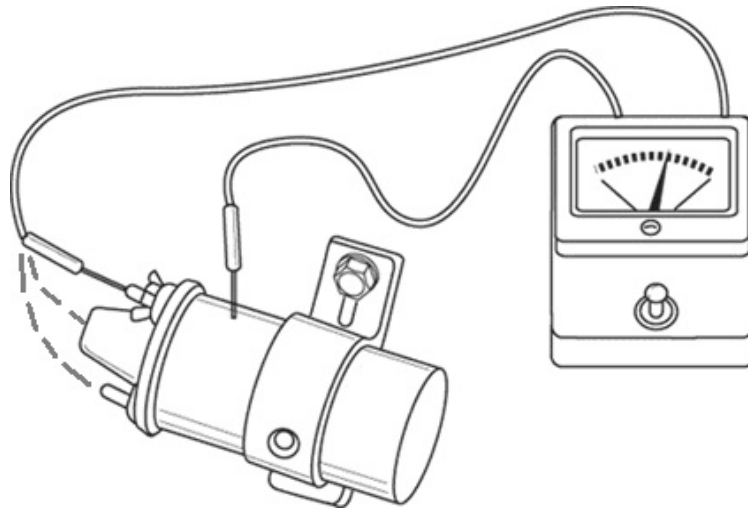


Рис. 3.82. Використання омметра (мультиметра) для вимірювання опору ізоляції котушки запалювання (пробій на корпус)

Результати випробувань порівнюють з технічними характеристиками котушки (табл. 3.3).

Якщо результат хоча б одного з отриманих значень не відповідає технічним вимогам, котушку запалювання слід замінити.

Таблиця 3.3

Параметри котушок запалювання

Типи котушки	Застосування	Опір первинної обмотки, Ом	Опір вторинної обмотки, кОм	Опір додаткового резистора, Ом	Коефіцієнт трансформації
Б-1	–	1,55-1,95	3,7-4,5		57,6
Б-7А	ГАЗ-21; ЗИЛ-157	1,95	8,6	1	68
Б-13 (Б-13А)	ЗИЛ-130; ГАЗ-53; ГАЗ-66	1,5-1,7	9,7-10,3		–
Б114	ЗИЛ-431410; ГАЗ-53	0,38-0,42	20,5-22,5	1	230
Б114-Б	ЗИЛ-431410; ГАЗ-3102	0,36-0,38	19,9	–	179,4
Б115	ГАЗ-24, ЗАЗ-968	1,9-2	8-8,8	–	68
Б115-В	ГАЗ-24; ЗАЗ-968; ЛуАЗ-969М; «Москвич» –412...2141	1,55-2,3	6,3-6,5	1	–
Б116 (31.3705)	ГАЗ-66; ГАЗ-53	0,43	13-13,5	1	153
Б116-01	ГАЗ-31029	0,65-0,72	18-19,8	–	–
Б117					
Б117(Г)-А	ВАЗ-2101...2107, -2121	3,072-3,5	5,4-6,6 6,3-9,2	–	78,5
Б118	ЗИЛ-131; –130Е; Урал-357	0,72-0,85	15-15,14	1	115
27.3705	ВАЗ-2108...2109; Таврія-1102	0,4-0,5	4,5-5	–	82
29.3705	ВАЗ-21083; ВАЗ-21093	0,45-0,55	9,5-12,5	–	90
2108-37050-10	ВАЗ-2108; ВАЗ-2109;	0,43	5,25	–	–
3012.3705	ВАЗ-21083; ВАЗ-21093	0,48	4,04	–	–
3022.3705	ВАЗ-21083; ВАЗ-21093	0,45	4,06	–	–
30.3705	ВАЗ-21083...2110	0,4-0,55	6,3-6,4	–	70
3122.3705	ЗАЗ-1102; ВАЗ-2110	0,38-0,47	3,68-4,48	–	–
8352.12	ВАЗ-2110	0,37-0,47	4-6	–	–
3009.3705	Ока	0,49	6	–	–
КЗ-1	Ока (КАМАЗ)	0,45	4,1	–	–
КЗ12-1	Ока (КАМАЗ)	0,54	2,82	–	–

Визначити технічний стан котушок запалювання можна за допомогою спеціального тестера ТКЗ-2М (рис. 3.83) і високовольтного розрядника Р4-8С (рис. 3.84).

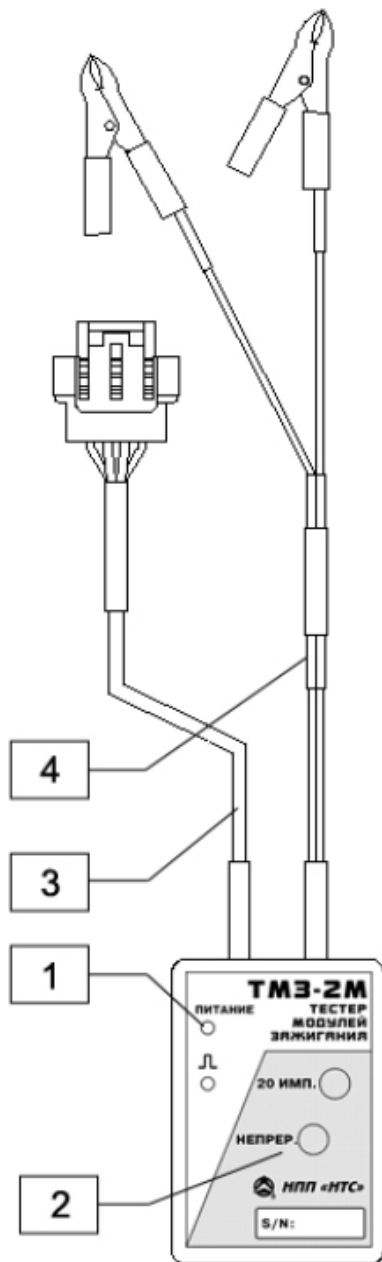


Рис. 3.83. Тестер катушок запалювання ТКЗ-2М:

- 1 – індикатор живлення;
- 2 – кнопки вибору режиму роботи;
- 3 – діагностичний кабель для під'єднання тестера до модуля запалювання;
- 4 – кабель живлення;
- 5 індикатор стану діагностованої системи

Для перевірки, наприклад, модуля катушок запалювання 2111-3705010 автомобіля ВАЗ слід передовсім виключити запалювання та від'єднати від модуля запалювання джгут проводів електронної системи керування. Далі слід зняти високовольтні проводи і під'єднати їх до електродів розрядника Р4-8С (рис. 3.85, а), а корпус розрядника надійно з'єднати з «масою» автомобіля або ж під'єднати до клеми «–» акумулятора, яка повинна бути надійно з'єднана з «масою» автомобіля.

Діагностичний кабель тестера ТКЗ-2М потрібно під'єднати до модуля запалювання, а кабель живлення тестера – до АБ, дотримуючись полярності: кабель, позначений чорним кольором, з'єднують з клемою «–» АБ, а кабель, позначений червоним кольором – з клемою «+».

Для власне діагностування модуля катушок запалювання потрібно натиснути та утримувати кнопку “НЕПЕР” тестера. Індикатор стану діагностованої системи «**Л**» повинен неперервно горіти. Через вікно для візуального контролю розрядника Р4-8С спостерігають за іскроутворенням.



Рис. 3.84. Високовольтний розрядник Р4-8С:

1 – електроди для під'єднання високовольтних проводів; 2 – вікна для візуального контролю розряду;
3 – кабель заземлення

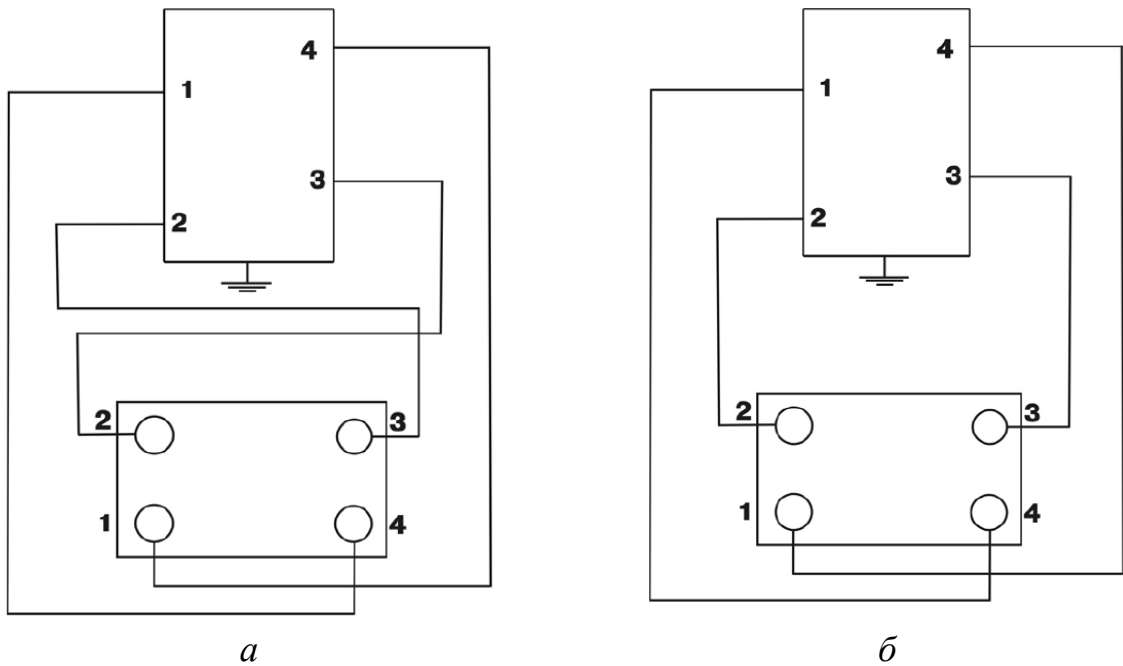


Рис. 3.85. Схема під'єднання високовольтних кабелів до електродів розрядника Р4-8С

У разі короткого замикання індикатор «» буде блимати, а у разі обриву – блимне лише один раз і згасне.

Іскроутворення під час випробування повинно бути стійким, пробивання ізоляції високовольтних проводів, наконечників і корпусу модуля не допускаються.

Після завершення перевірки слід відпустити кнопку “НЕПРЕР” – індикатор «» згасне.

Далі змінюють схему під'єднання високовольтних проводів до електродів розрядника Р4-8С (рис. 3.85, б) і повторюють випробування.

Контрольований модуль запалювання вважається справним, якщо для обох схем під'єднання спостерігають стійке іскроутворення на обох каналах, відсутні електричні пробивання ізоляції високовольтних проводів, наконечників і корпусу модуля.

Після завершення випробувань від'єднують тестер і розрядник, і під'єднують джгут проводів електронного блоку керування.

Розрядник-тестер ИР-2 (рис. 3.86) дає можливість автономно (без тестера катушок запалювання ТКЗ-2М) вибирати режим перевірки і, додатково, визначати кількість пропущених імпульсів.

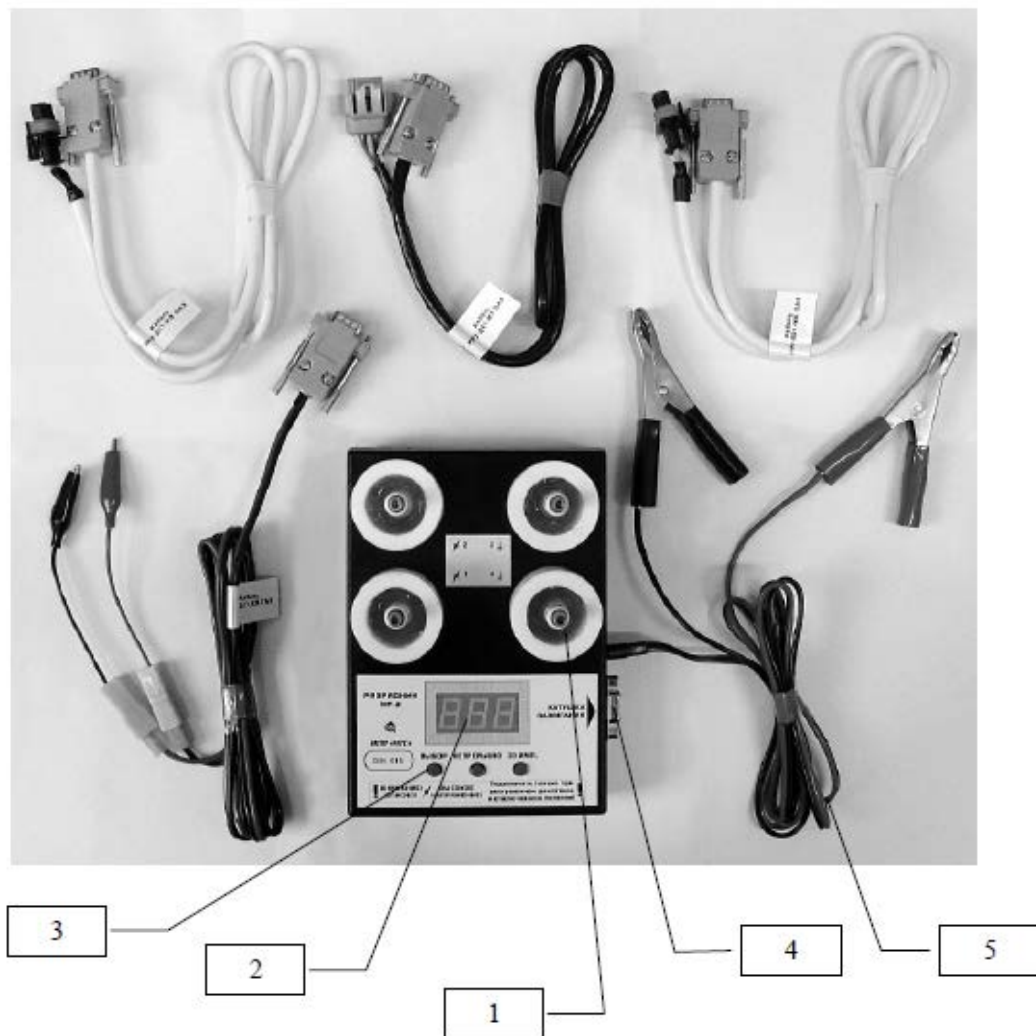


Рис. 3.86. Розрядник тестер ИР-2 з комплектом кабелів:

1 – електроди для під'єднання високовольтних проводів; 2 – дисплей для виводу інформації про стан тестера та про кількість пропущених імпульсів; 3 – кнопки вибору режиму роботи тестера; 4 – роз'єм для під'єднання діагностичних кабелів; 5 – кабель живлення

Для перевірки індукційної котушки на стенді КИ-968М її демонтують з двигуна та проводять огляд – на котушці не повинно бути тріщин та вм'ятин.

Перевірку катушок запалювання на безперебійність іскроутворення проводять за допомогою контрольно-випробувального стенду моделі КИ-968М (рис. 1.68) у такій послідовності:

- 1) з'єднати вивід обмотки низької напруги з гніздами 10 і 11 лівої панелі стенда, а вивід високої напруги – з розрядником;
- 2) за допомогою важеля 28 встановити зазор 7 мм між електродами розрядника;
- 3) штекер 1 перемикача напруги АБ встановити в положення, яке відповідає напрузі випробовуваної котушки запалювання;
- 4) штекер перемикача 42 встановити в положення «Маса».
- 5) перемикач 20 встановити в положення «напруга генератора»;
- 6) важелем 3 увімкнути синхронограф і вал переривника.
- 7) встановити рукоятку перемикачів швидкостей 40 в положення «1-а ступінь»;
- 8) кнопкою 41 увімкнути привід стенда, а рукояткою 38 встановити частоту обертання 600-700 об./хв.;
- 9) важіль перемикача 24 встановити в положення «Дослідження катушок запалювання»;
- 10) важіль перемикача 37 встановити у положення «батарея».

При нормальній напрузі акумуляторної батареї іскроутворення повинно бути безперебійним при зазорі між електродами 10 мм. Потужність іскри під час перевірки оцінюють візуально.

3.8.3. Діагностування свічок запалювання

Свічки запалювання зберігають свою працездатність при незношених електродах, непошкодженому тепловому конусі та ізоляторі. Існує декілька способів перевірки працездатності свічок запалювання – зовнішнім оглядом,

на іскроутворення тощо. Однак найкращі результати забезпечує діагностування свічок запалювання за видом осцилограми вторинної напруги.

На осцилограмі, що знята на холостому ході ДВЗ, ознакою збільшення свічкового зазору є зростання напруги, яка необхідна для його пробивання (рис. 3.87).

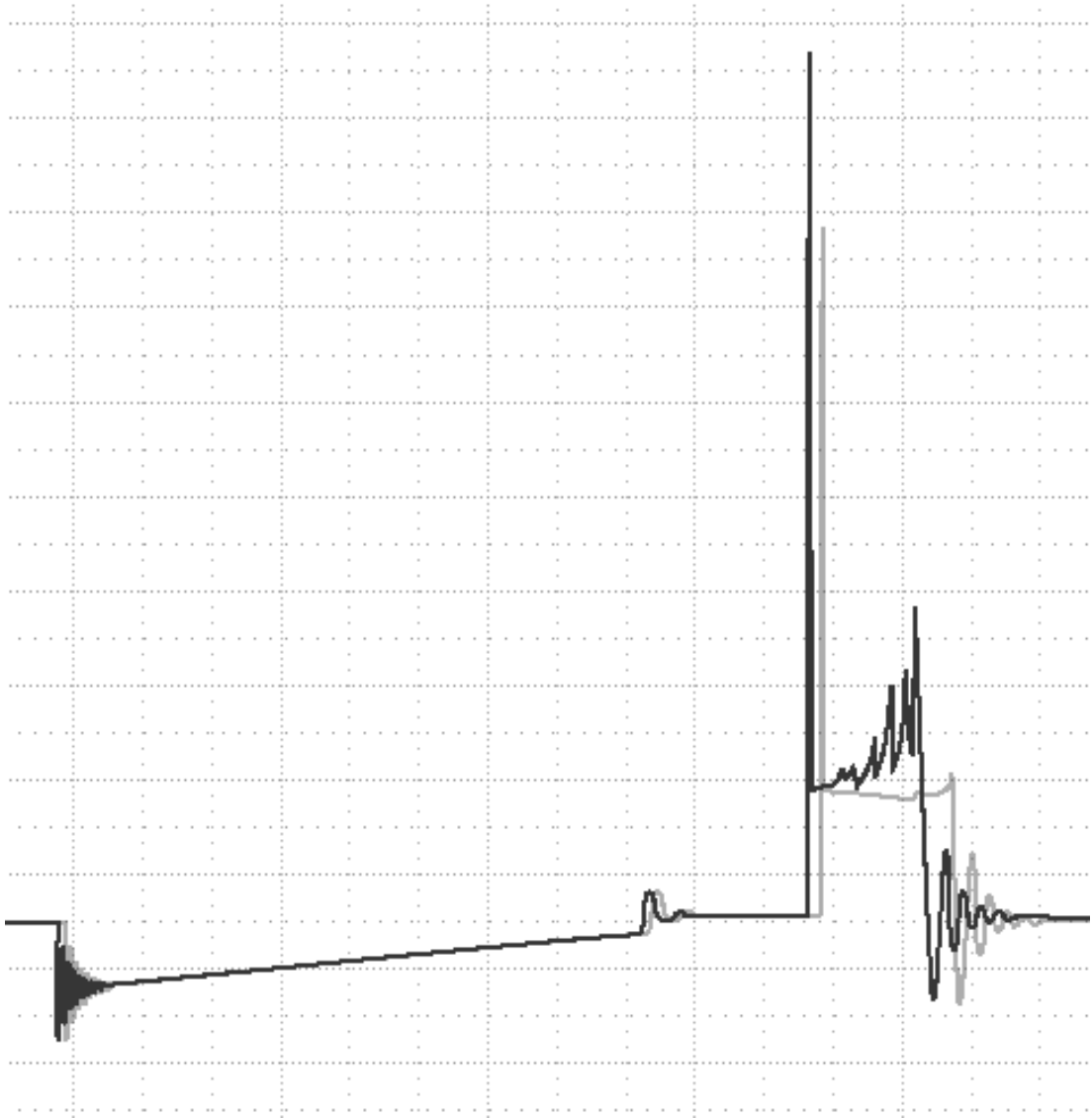


Рис. 3.87. Зміна осцилограми вторинної напруги у разі збільшення свічкового зазору

У такому разі значна частина енергії буде витрачатися на генерацію завищеної пробивної напруги. Як наслідок суттєво зменшиться тривалість горіння іскрового розряду, зменшиться ймовірність запалювання паливно-повітряної суміші [41].

У разі роботи двигуна з високим навантаженням збільшений іскровий проміжок між електродами свічки запалювання може стати причиною пробою недостатньо міцної або пошкодженої високовольтної ізоляції елементів системи запалювання. У такому випадку іскроутворення відбуватиметься поза камерою згоряння, що зменшує ймовірність надійного іскроутворення.

Істотне зменшення компресії в будь якому циліндрі двигуна призводить до того, що в момент іскроутворення тиск газів в камері згоряння виявляється надто низьким, а тому для пробивання іскрового проміжку потрібна менша напруга. Форма імпульсу запалювання при цьому практично не змінюється, але знижується напруга пробивання (рис. 3.88).

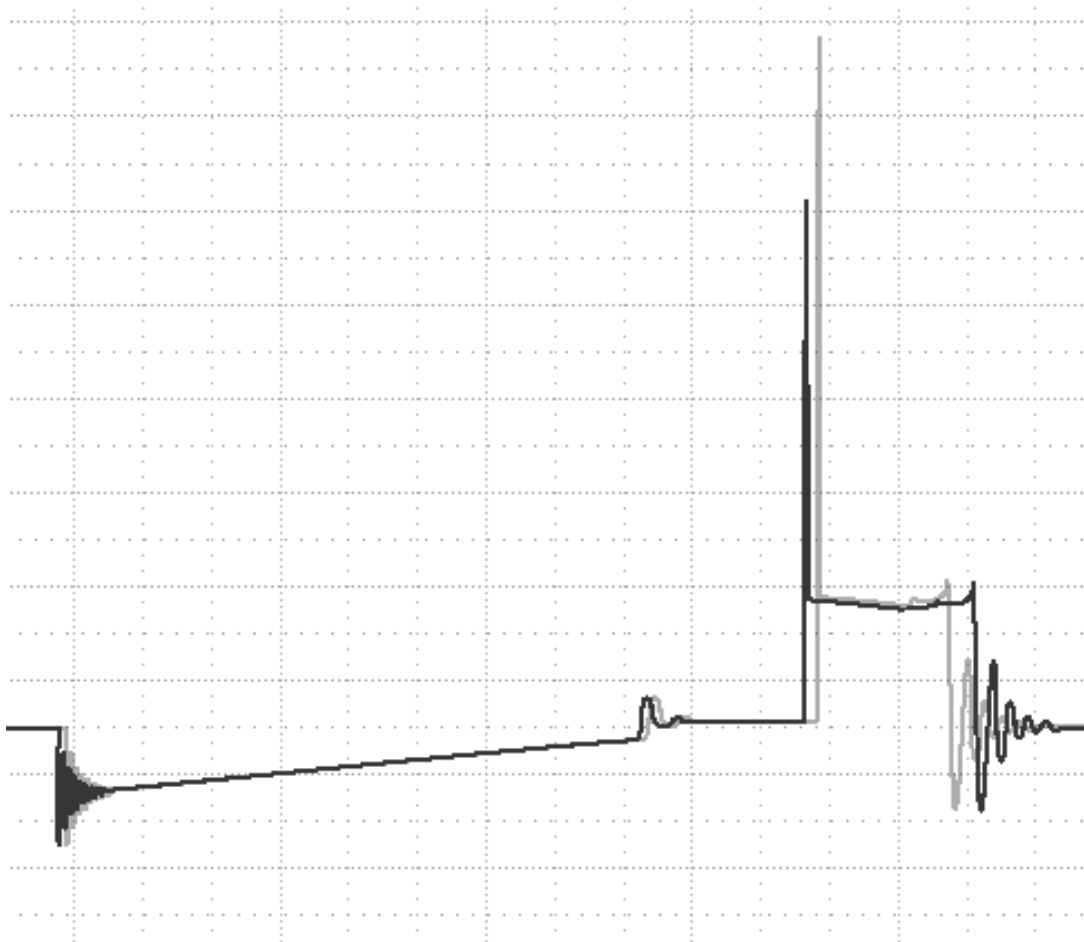


Рис. 3.88. Недостатня компресія або зменшення свічкового зазору

Схожа осцилограма також може свідчити про *зменшення зазору між електродами свічки запалювання*, що ускладнює взаємодію іскрового розряду з паливно-повітряною сумішшю та, відповідно, знижує ймовірність її займання [41].

Різниця між значеннями напруги пробивання іскрового проміжку, які підводяться до справних свічок запалювання і до свічки із зменшеним іскровим проміжком, стає більш істотною під час роботи двигуна під високим навантаженням. За такої несправності, під час переходу з режиму холостого ходу в режим підвищеної потужності, збільшення напруги пробивання є незначним або ж не спостерігається взагалі (рис. 3.89).

Форма ділянки горіння іскрового розряду при цьому відрізняється не суттєво, може спостерігатися лише незначне збільшення тривалості горіння іскрового розряду.

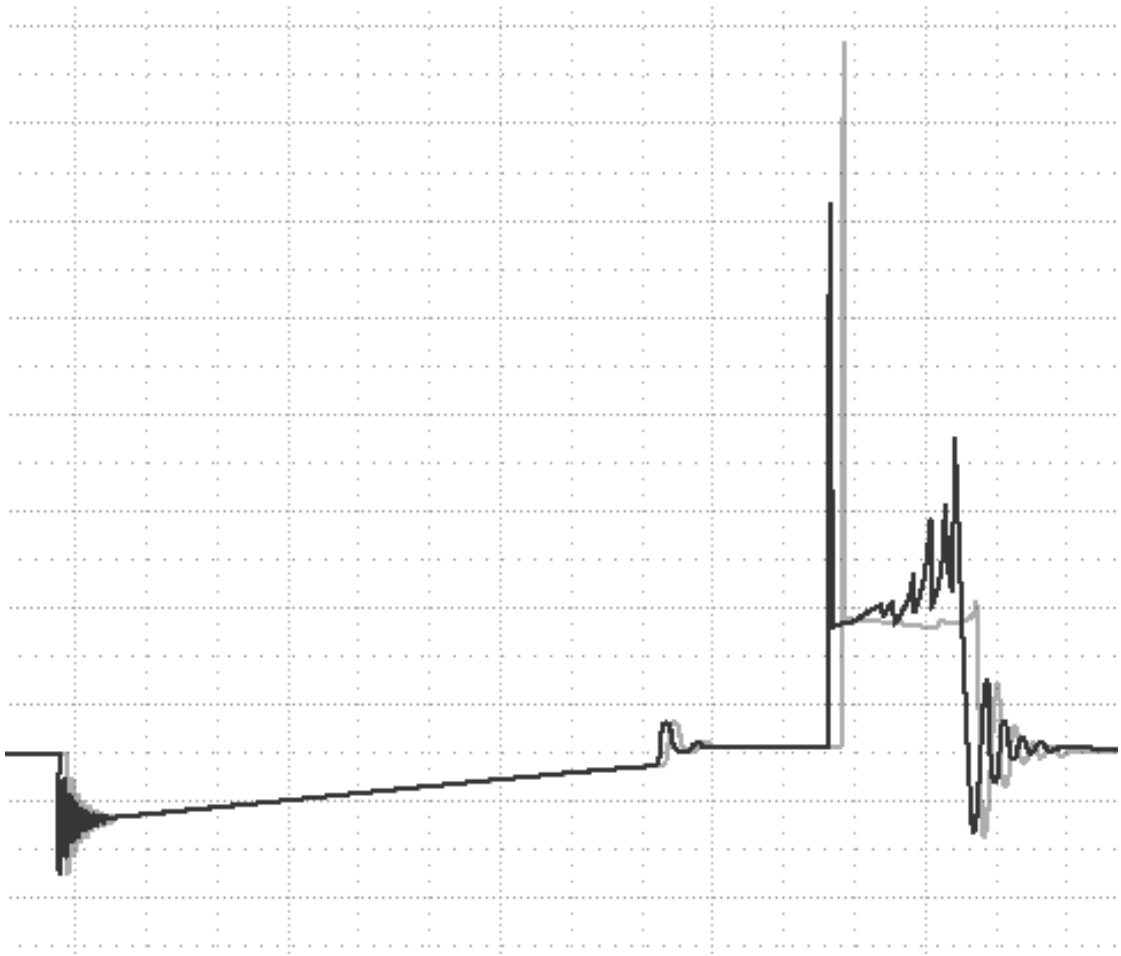


Рис. 3.89. Вплив зменшення свічкового зазору на вид осцилограми вторинної напруги у разі роботи двигуна під навантаженням

Якщо в кінці процесу горіння не спостерігається різке зменшення напруги, то можна зробити висновок, що *ізолятор свічки запалювання з сторони камери згоряння забруднений*. Таке забруднення є причиною

витікання струму та втрати енергії іскри. Напруга пробивання при цьому може дещо знизитися. Значення напруги горіння іскри в первинний момент практично досягає значення напруги пробивання, а до кінця горіння іскри може знизитися до дуже малого значення (рис. 3.90).

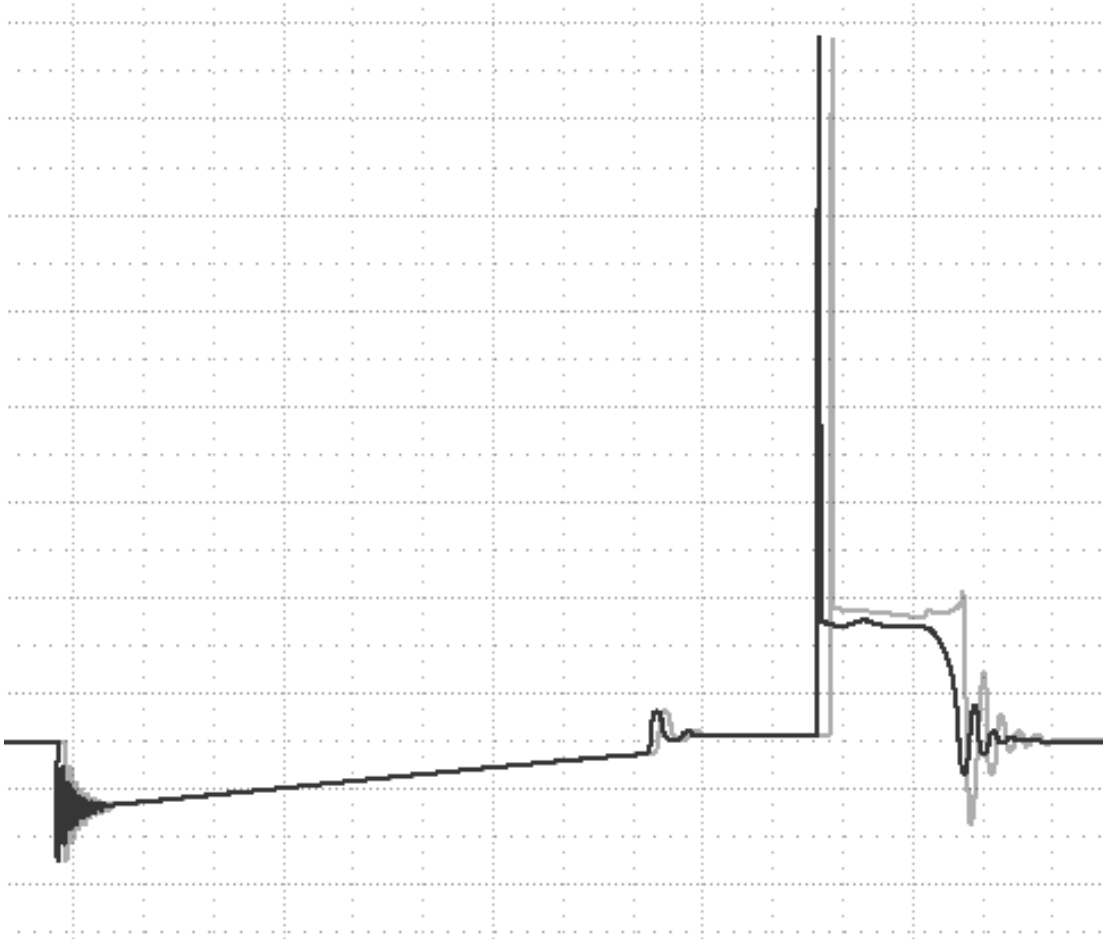


Рис. 3.90. Забруднення ізолятора свічки

У разі такого забруднення затухаючі коливання можуть бути відсутні або їх кількість може помітно зменшитися. Найчастіше, така несправність проявляється не постійно, тобто, витоки струму можуть чергуватися з нормальним іскроутворенням між електродами свічки запалювання [41].

Забруднення свічкових електродів виявляється за наявністю множинних пиловидних стрибків на ділянці горіння іскри, незначному збільшенні напруги, а також зменшенні тривалості горіння іскри (рис. 3.91).

Поверхня електродів і керамічного ізолятора свічки запалювання з боку камери згорання може забруднюватися внаслідок відкладення сажі,

масла, залишків присадок до палива та масла (відкладення сполук свинцю, заліза та ін.). У таких випадках колір керамічного ізолятора свічки запалювання з боку камери згоряння змінюється.

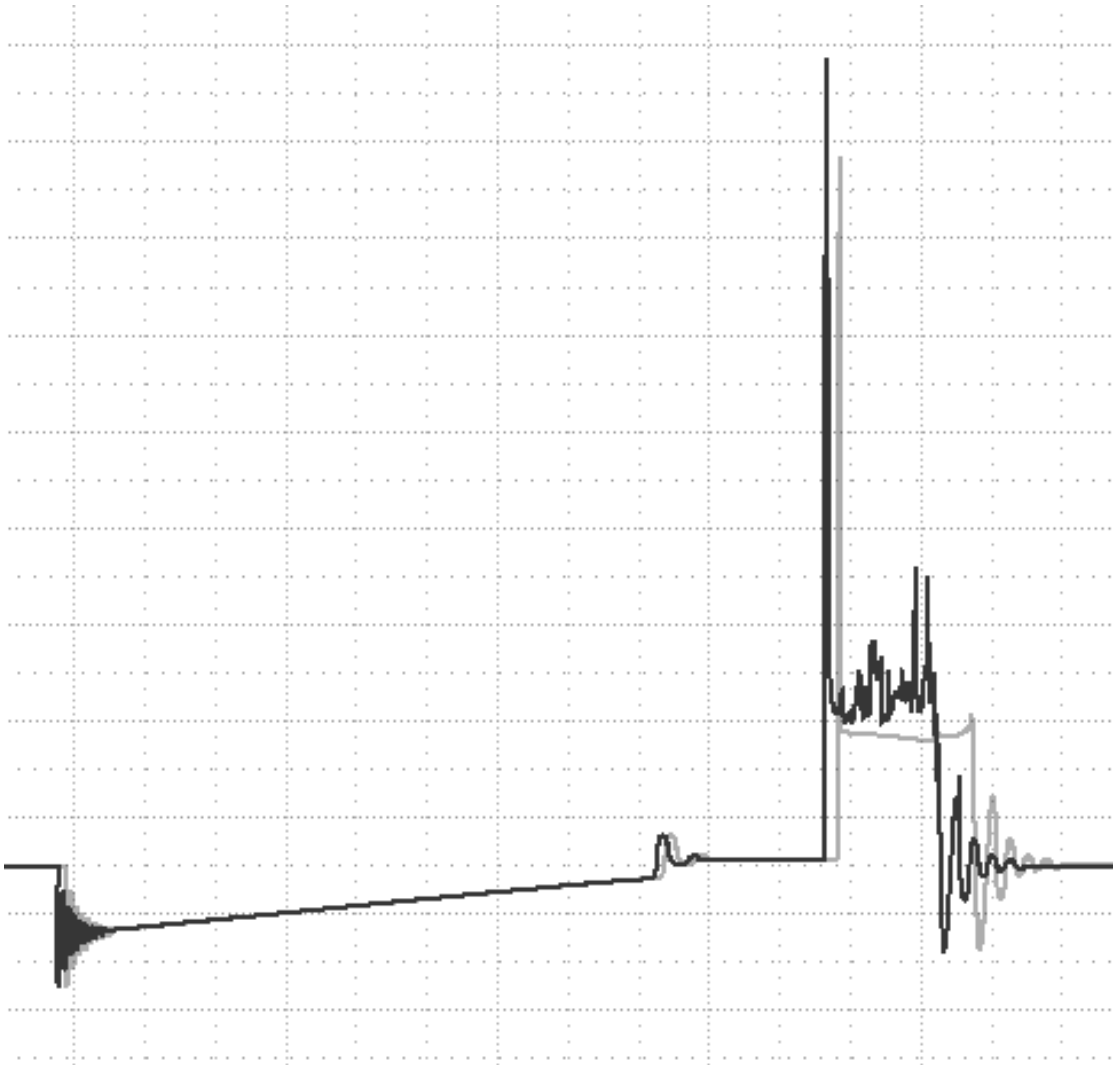


Рис. 3.91. Забруднення свічкових електродів

Якщо засоби для зняття осцилограми вторинної напруги недоступні, то для якісної перевірки працездатності свічок запалювання використовують прилад Э203-П із барокамерою (рис. 3.92) або тестовий пістолет із п'єзoeлементом. Власне ці прилади дають можливість створити під час перевірки умови наближені до тих, в яких свічка працює у двигуні [25, 37].

Після демонтажу свічки запалювання з двигуна проводять візуальний огляд. Візуальний огляд дасть можливість перевірити свічку на рівень зношеності електродів, наявність тріщин чи надщерблень теплової камери,

інших механічних пошкоджень, а також забруднення, що неможливо усунути. Візуальним оглядом, наприклад, можна виявити струмовідвідні доріжки на корпусі. Вони виникають внаслідок роботи двигуна на неякісному паливі. По таких доріжках струм «втікає» на масу, що негативно впливає на іскроутворення. Шляхом візуального огляду можна також виявити потребу регулювання міжелектродного зазору (якщо це уможлиблює конструкція свічки).

Для перевірки справності свічки запалювання за допомогою тестового апарату, який обладнаний п'єзоелементом, з свічки знімають високовольтний провід, а на його місце встановлюють втулку пістолета. Другий його кінець притискаються до двигуна («маси»). При натисканні на пускову кнопку на свічку подаються заряди силою 11...14 кВ. Якщо свічка працездатна, то загориться сигнальна лампа.

Аналогічно перевіряють зняті з двигуна та нові свічки запалювання, лише тепер втулку приладу притискають до металевого корпусу. Під час випробування сигнал давача повинен супроводжуватись характерним тріском, що виникає при іскроутворенні.

Суттєвим недоліком цього методу є те, що перевірку справності свічок проводять в умовах атмосферного тиску.

На приладі Э203-П можна не тільки забезпечити тиск, який відповідає тиску у циліндрах працюючого двигуна (8...12 атмосфер), але й є можливість регулювати швидкість іскроутворення в межах 1000...5000 об./хв., а також напругу в межах 14...18 кВ.

Для перевірки іскроутворення на приладі Э203-П свічку 4 вкручують у барокамеру 5 та під'єднують до неї високовольтний провід від котушки запалювання 3. Далі ручним насосом 12 з клапаном 11 створюють у барокамері 5 необхідний тиск повітря, який контролюють за показами манометра 10, та, замикаючи контакт 2, подають до свічки високу напругу. Плавню зменшуючи тиск у барокамері вентилем 9, через оглядові вікна 6, 7 спостері-

гають за іскроутворенням. Максимальний тиск, при якому не виникають перебої в іскроутворенні, фіксують за показами манометра 10.

У справних свічок при тиску 800...900 кПа іскра між електродами повинна з'являтися регулярно без перебоїв і без поверхневого розряду.

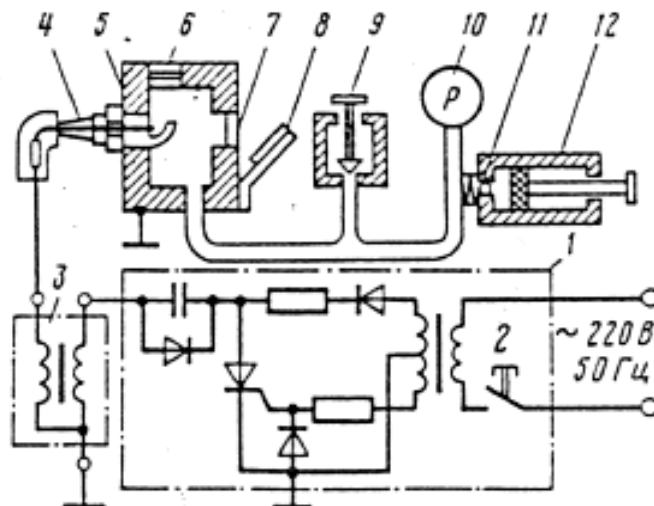


Рис. 3.92. Перевірка свічки запалювання на приладі Э203-П:

1 – блок; 2 – контакт; 3 – котушка запалювання; 4 – свічка запалювання;
5 – барокамера; 6, 7 – оглядові вікна; 8 – дзеркало; 9 – вентиль; 10 – манометр;
11 – клапан; 12 – насос

При тиску 1000 кПа нова свічка повинна бути повністю герметична: не пропускати повітря ні між корпусом та ізолятором, ні між центральним електродом та ізолятором. Для свічок, які були в експлуатації, допускаються втрати повітря до 40 см³/хв. або падіння тиску не більше 0,05 МПа за 10 с.

Свічка запалювання вважається справною, коли при необхідному навантаженні відбувається правильне іскроутворення та немає самовільного утворення іскр із центрального електроду на корпус свічки.

Якщо ж перевірка на іскроутворення не дала позитивних результатів, то потрібно свічку протерти, прочистити від нагару, у разі сильного забруднення – вимочити в розчиннику та потім у бензині (щоб уникнути корозії), а далі висушити. Іноді свічки “випалюють”.

Свічка вважається несправною у разі виявлення перебоїв у іскроутворенні під тиском, вказаним в табл. 3.4, які не усуваються очищенням свічки від нагару.

Мінімально допустимий тиск безперебійного іскроутворення
(критерії граничного стану свічки запалювання) [36]

Іскровий зазор, мм, не більше	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Тиск безперебійності іскроутворення, кгс/см ² , не менше	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5

Після перевірки свічок запалювання на іскроутворення рекомендуються перевірити їх електроди на провідність за допомогою тестера (рис. 3.93). [34].

Якщо між центральним електродом і наконечником є контакт (в нормальних умовах прилад (тестер) повинен показувати опір 4...6 кОм), то причиною відсутності іскри у свічки, встановленої на двигун, може бути пошкодження ізолятора.



Рис. 3.93. Перевірка контакту між центральним електродом і наконечником свічки запалювання

Перед встановленням свічки обов'язково змащують різьбу. Лише одна фірма *BOSCH* гарантує наявність мастила на різьбі нових свічок запалювання. Закручувати свічки запалювання потрібно дуже обережно, спочатку вручну, а потім дотягувати з необхідним моментом (32...38 Нм). Якщо динамометричного ключа немає, то свічку закручують спеціальним ключем, аж поки не відчують опір. Після чого для свічок з плоскою поверхнею повертають ключ ще на 90° для нової свічки або на 30° для свічки запалювання, що була в експлуатації. Для свічок з конічною поверхнею ключ

повертають ще на 15° як для нових свічок, так і свічок, що були в експлуатації.

3.8.4. Діагностування проводів високої напруги

Якщо в разі роботи двигуна у режимі підвищеного навантаження форма осцилограми напруги на ділянці горіння дуги така ж, як і на холостому ході, однак, дещо збільшені напруги пробивання іскрового проміжку та горіння дуги та незначно скороченою тривалістю горіння іскри, то це свідчить про *пробої ізоляції* за межами камери згоряння (рис. 3.94).

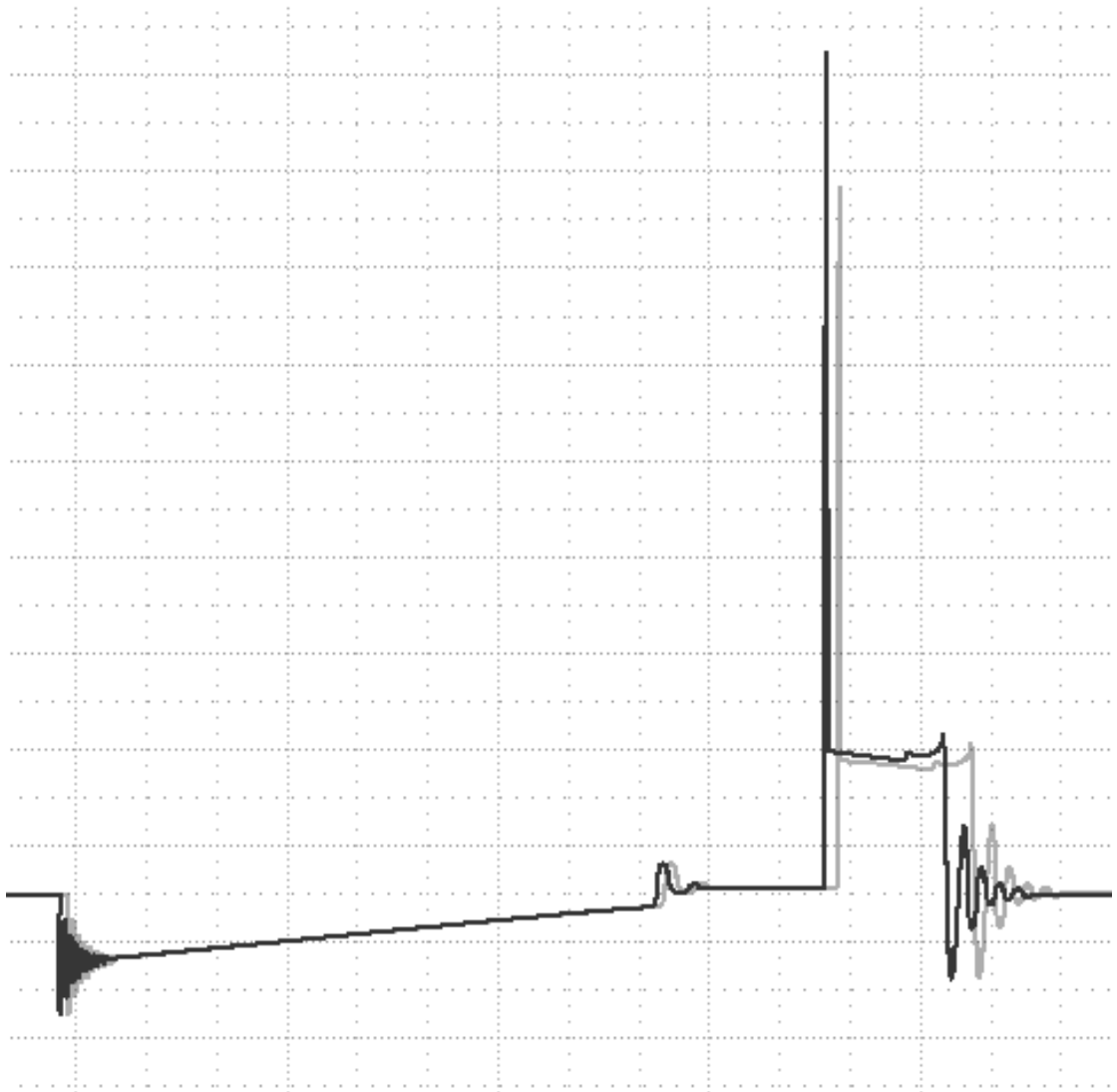


Рис. 3.94. Вплив пробоя ізоляції на вид осцилограми вторинної напруги на режимі підвищеного навантаження двигуна

Найчастіше зустрічаються такі пробої високовольтної ізоляції елементів системи запалювання поза камерою згоряння [41]:

- між високовольтним виводом котушки запалювання і одним з виводів первинної обмотки котушки або «масою»;
- між високовольтним проводом і корпусом двигуна;
- між кришкою розподільника запалювання і корпусом розподільника;
- між «бігунком» розподільника запалювання і валом розподільника запалювання;
- свічкового ковпачка, між наконечником високовольтного дроту і корпусом двигуна;
- поверхневий пробій керамічного ізолятора свічки запалювання (стікання заряду по поверхні ізолятора) внаслідок відкладення на ізоляторі струмопровідних забруднень;
- поверхневий пробій внутрішньої поверхні свічкового ковпачка (стікання заряду по внутрішній поверхні ізолятора) внаслідок відкладення на ковпачку струмопровідних забруднень;
- всередині керамічного ізолятора свічки запалювання між центральним провідником і її корпусом, внаслідок утворення в ізоляторі тріщини.

Високий опір високовольтних проводів є причиною додаткового падіння напруги під час проходження електричного струму. Падіння напруги на опорі високовольтного дроту є максимальним на початку горіння іскри та поступово зменшується. Це призводить до зменшення енергії іскри та тривалості її горіння. Напруга пробивання не залежить від опору високовольтного проводу, оскільки іскровий проміжок практично не змінюється (рис. 3.95).

Опір високовольтного проводу може бути збільшеним внаслідок окиснення його контактів, старіння чи вигорання провідного шару високовольтного проводу або внаслідок використання надто довгого високовольтного проводу.

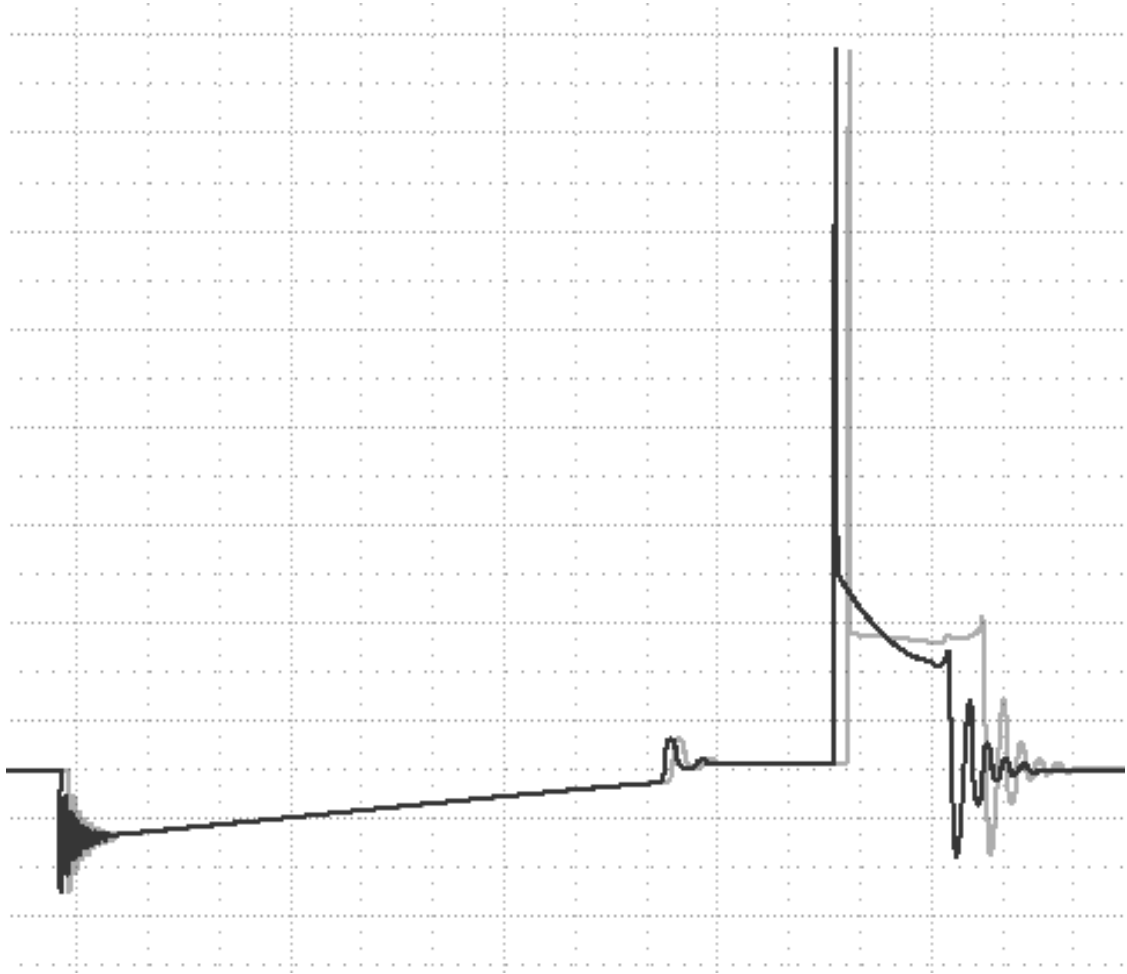


Рис. 3.95. Великий опір високовольтних проводів

У разі обриву високовольтного проводу напруга пробою може досягати максимальної напруги котушки. При цьому вся енергія, накопичена в котушці, витрачається за межами циліндра, як наслідок, запалювання робочої суміші не відбувається (рис. 3.96).

У критичних випадках обрив високовольтного дроту може призвести до повного припинення іскроутворення між електродами свічки запалювання. Тривала робота двигуна з несправними високовольтними проводами може спричинити пробій високовольтної ізоляції елементів системи запалювання, а також виходу з ладу котушки запалювання [41].

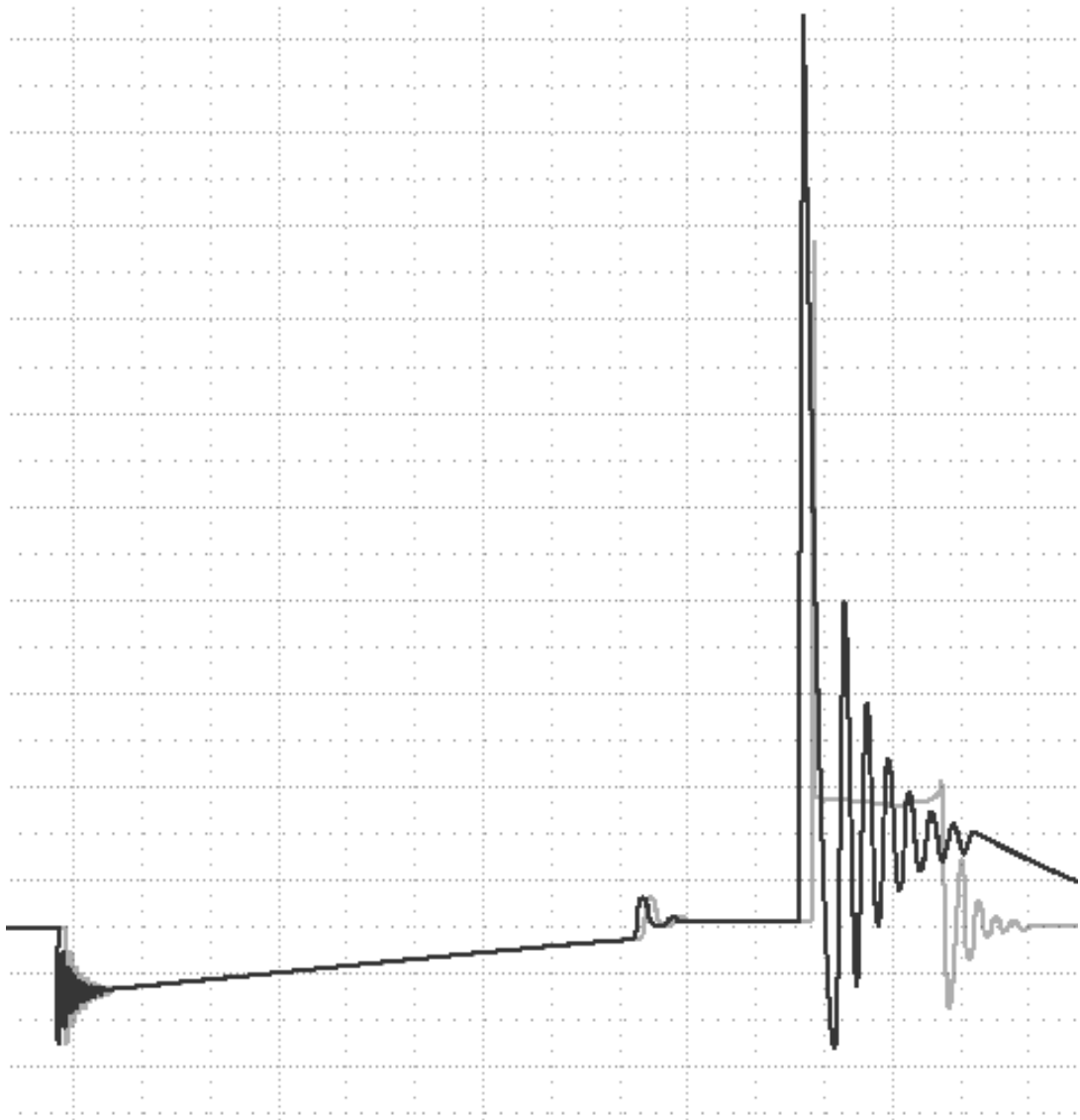


Рис. 3.96. Обрив високовольтного проводу

Слід зазначити, що в контактнo-транзисторній системі запалювання імпульс напруги на контактах перервника має практично прямокутну форму, а осцилограма напруги уможлиблює лише визначення справності кола, в яке включено перервник, і стан регулювання його контактів.

3.8.5. Діагностування реле-регуляторів

Загальне діагностування *реле-регуляторів*, які є невід’ємною складовою частиною генераторів змінного струму, проводять за допомогою приладів Э-205, Э-214 при працюючому двигуні.

У разі пробою переходу “емітер – колектор” або “емітер – база силового транзистора” спостерігається збільшення напруги в мережі, що

може супроводжуватись кипінням електроліту АБ. Такі ж ознаки має обрив у колі терморезистора.

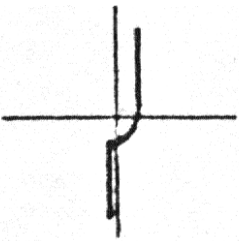
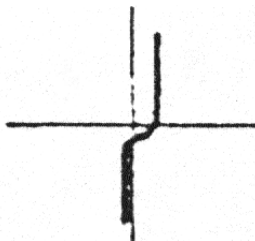
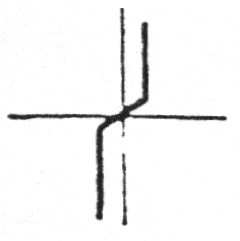
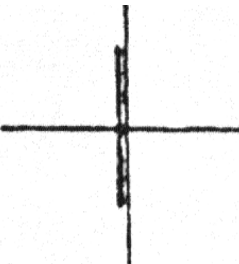
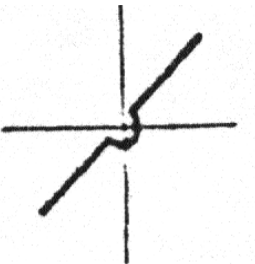
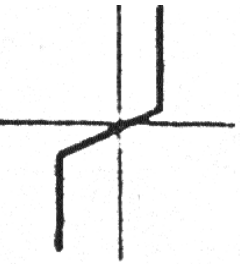
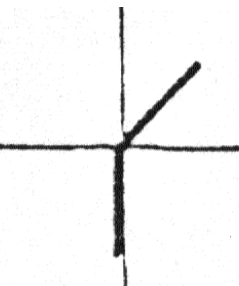
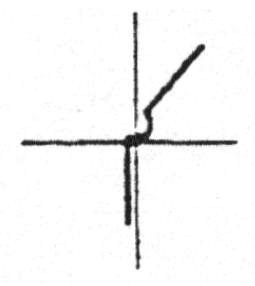
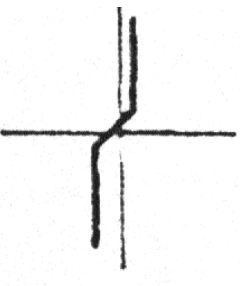
Регулятор повністю відмовляє в разі обриву в колі діодів і електродів силового транзистора.

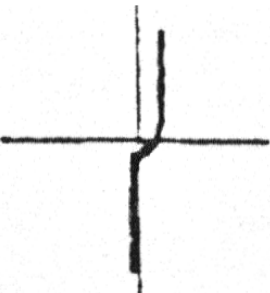
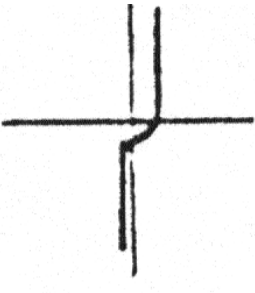
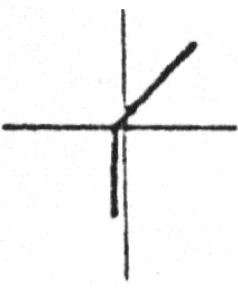
По елементне діагностування реле-регуляторів проводиться при знятті їх з машини, розкритті та випробуванні окремих транзисторів, конденсаторів.

Технічний стан реле-регуляторів визначають також за видом осцилограм. Послідовність під'єднання осцилографа до затисків реле-регуляторів, вид осцилограм справних реле-регуляторів, а також вид осцилограм для характерних несправностей подано в табл. 3.5, 3.6.

Таблиця 3.5

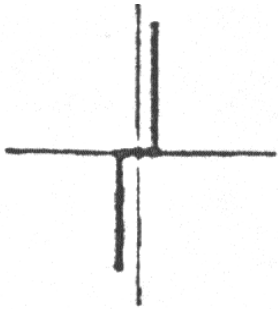
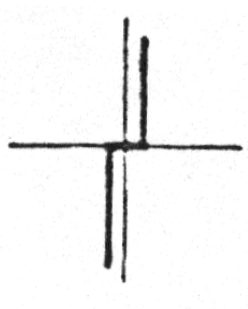
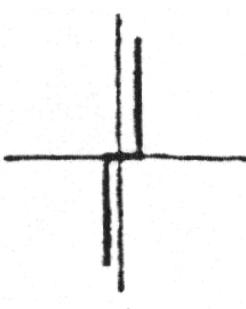
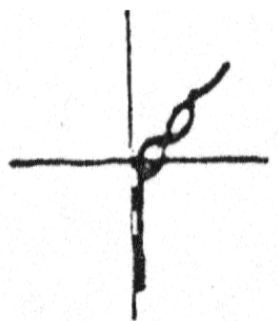
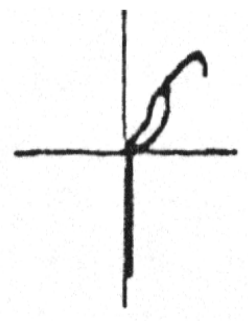
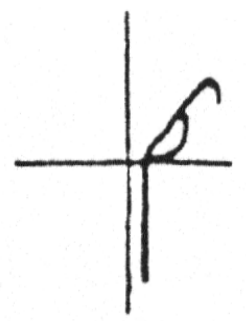
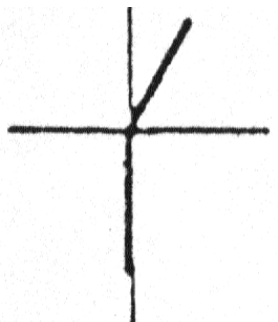
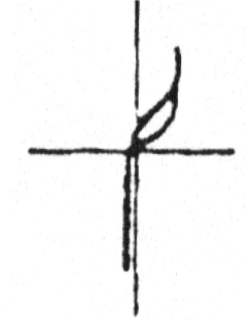
Осцилограми реле-регуляторів РР-356

Несправність	Під'єднання до затисків реле		
	“+” і “Ш”	“+” і “М”	“Ш” і “М”
1	2	3	4
Справний реле-регулятор			
Пробій діода Д202Г			
Пробій діода Д818Б			

1	2	3	4
Пробій транзистора КТ805А			

Таблиця 3.6

Осцилограми реле-регуляторів РР-350

Несправність	Під'єднання до затискачів реле		
	“Пр” до “1” і “М” до “2”	“Пр” до “2” і “М” до “3”	“Пр” до “1” і “М” до “3”
1	2	3	4
Справний реле-регулятор			
Обрив у колі стабілітрона Д808			
Обрив у колі діода КД-202Г			

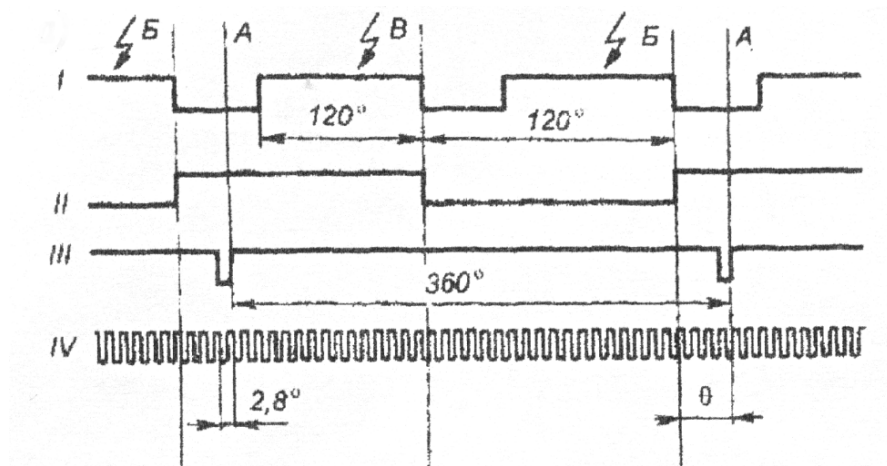
3.8.6. Особливості діагностування мікропроцесорних систем запалювання

Діагностування мікропроцесорних безконтактних систем запалювання або ж безконтактних систем запалювання з давачем Холла на підставі порівняння осцилограм перехідних процесів не дає однозначної відповіді про їх технічний стан. Це пояснюється тим, що процеси, які відбуваються в електронних блоках, на осцилограмах не проявляються (рис. 3.97).

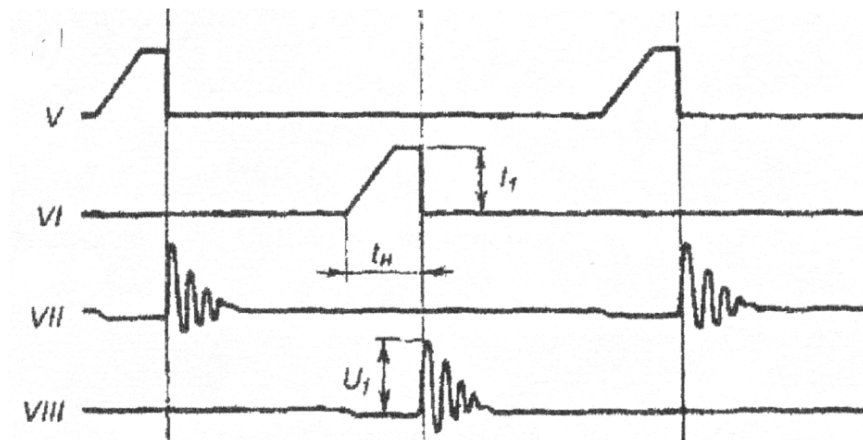
Більш того, несправності електронних блоків, що зумовлюють цілковиту непрацездатність систем запалювання, унеможлиблюють застосування осцилограм взагалі.

Для перевірки технічного стану мікропроцесорних систем запалювання використовують системи бортової діагностики *OBD (On-board Diagnostics)*. Розвиток таких систем тісно пов'язаний з розвитком автомобілебудування США, зокрема з проблемою захисту довкілля, яка стала дуже актуальною із збільшенням кількості автомобілів. Енергетична криза в 70-их роках загострила ще й проблему паливної економічності автомобілів. Тому департамент з контролю за повітряним середовищем *ARB (Air Resources Board)* і агентство з захисту навколишнього середовища *EPA (Environment Protection Agency)* США почали розробляти законодавчі вимоги щодо екологічності автомобілів, а асоціація автомобільних інженерів *SAE (Society of Automotive Engineers)*, запропонувала низку відповідних стандартів. Можна вважати, що впровадження *OBD* розпочалося тоді, коли *ARB* та *EPA* уряду США визнали обов'язковими багато стандартів *SAE*.

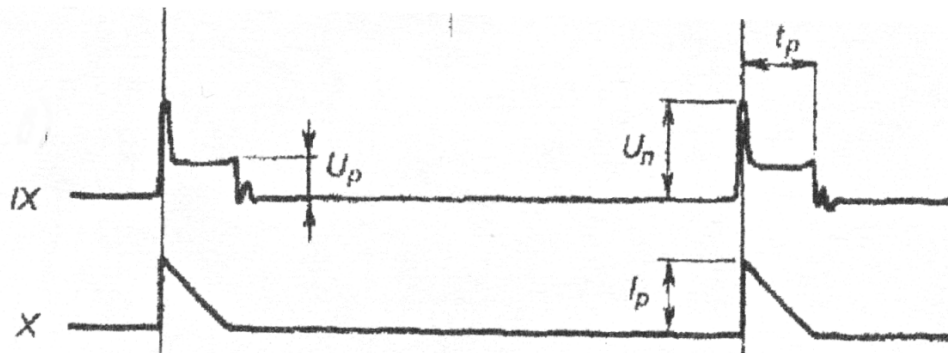
Системи бортової діагностики першого покоління *OBD I* були зовсім прості і розроблялись кожною фірмою на свій розсуд. Це ускладнювало роботу дилерів і фірм технічного сервісу. Системи бортової діагностики першого покоління *OBD I* використовувались до 1989 року та не набули широкого розповсюдження.



а



б



в

Рис. 3.97. Осцилограми напруг і струмів мікропроцесорної системи запалювання на виходах контролера (а), комутатора (б) і вторинного ланцюга котушки запалювання (в):

I – сигнал “Момент запалювання”; *II* – сигнал “Вибір каналу”; *III* – сигнал “Початок відліку”; *IV* – сигнал “Кутові імпульси”; *V*, *VI* – імпульси струму на виході першого та другого каналу; *VII*, *VIII* – імпульси напруги на виході першого та другого каналу;

IX – імпульси напруги; *X* – імпульси струму;

A – ВМТ поршнів 1-го та 4-го циліндрів; *Б* – момент запалювання в 1-му та 4-му циліндрах; *В* – момент запалювання в 2-му та 3-му циліндрах

В умовах розширення екологічного руху та зростання незадоволення фірм технічного сервісу формувалась концепція систем бортової діагностики другого покоління *OBD II*.

У США застосування системи діагностики *OBD-II* і встановлення на автомобілях роз'єму для під'єднання пристроїв, що призначені для зчитування інформації з електронних блоків керування, стали обов'язковими з 1996 року. Ці вимоги поширюються як на автомобілі, які виготовлені в США, так і на автомобілі усіх марок, що продаються в США.

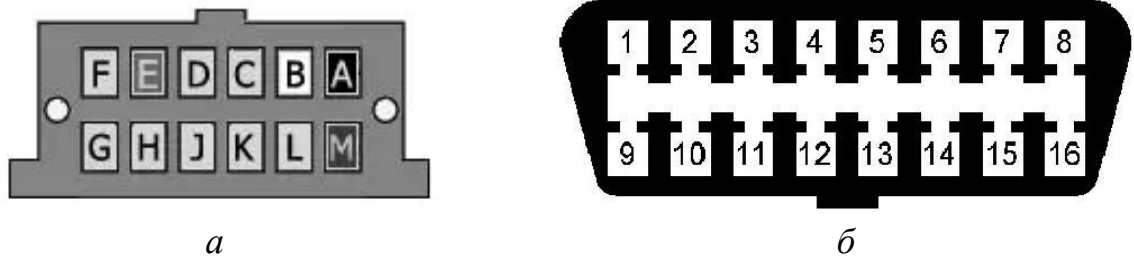
На автомобілях, що виготовлені в Європі та Азії, системи бортової діагностики *OBD-II* почали застосовувати також з 1996 року, однак для дуже обмеженої кількості марок (моделей). Особливого поширення системи *OBD-II* для автомобілів з бензиновими двигунами отримали з 2001 року (з прийняттям відповідного європейського стандарту – *EOBD*), а для автомобілів з дизельними двигунами – з 2004 року. Діє також японський стандарт – *JOBD*.

Зазначимо, що *OBD II* – це не система керування двигуном, а перелік вимог і правил, які повинні бути дотримані виробниками для того, щоб електронний блок керування двигуном уможлиблював дотримання вимог стандартів щодо відпрацьованих газів.

Система *OBD II* визначає тип діагностичного роз'єму, протоколи зв'язку і формат повідомлення. Як програмний продукт система *OBD* є частиною програмного забезпечення електронного блоку керування (ЕБК), що контролює значення окремих параметрів двигуна (див. додаток Д).

За видом *DLC*–роз'єму (*Diagnostic Link Connector*) можна визначити, система діагностування якого покоління використовується на автомобілі. Наявність 12-ти контактної діагностичної *DLC*–роз'єму прямокутної форми свідчить про застосування діагностичної системи першого покоління *OBD-I*, а наявність 16-ти контактної діагностичної *DLC*–роз'єму трапецевидної форми – діагностичної системи другого покоління *OBD-II* (рис. 3.98).

На переважній більшості автомобілів *DLC*–роз'єм знаходиться під панеллю приладів з боку водія. Роз'єм може бути як відкритий, так і закритий кришкою з написом «*OBD-II*», «*Diagnose*» тощо.

Рис. 3.98. Діагностичні *DLC*–роз'єми:

а – 12-ти контактний для *OBD-I*; *б* – 16-ти контактний для *OBD-II*

На переважній більшості автомобілів *DLC*–роз'єм знаходиться під панеллю приладів з боку водія. Роз'єм може бути як відкритий, так і закритий кришкою з написом «*OBD-II*», «*Diagnose*» тощо.

Місця розташування діагностичних роз'ємів *OBD-II* на автомобілях навіть однієї марки можуть бути різними (рис. 3.99).



Renault Megane II
після 2002 року

Renault Logan
після 2005 року

Renault Master
2007 року

Рис. 3.99. Розташування діагностичного роз'єму *OBD-II* в автомобілях *Renault*

Роз'єм *OBD-II* іноді встановлюється на автомобілі, які взагалі не підтримують жоден з *OBD-II* – протоколів. У таких випадках необхідно користуватися сканером, розрахованим на роботу з заводськими протоколами конкретної марки автомобіля. Це стосується, наприклад, автомобілів *Opel Vectra*, які продавались на європейського ринку 1996-1997 роках.

Системи *OBD-II* використовують п'ять протоколів обміну даними – ISO 9141, ISO 14230 (*KWP2000*), *PWM*, *VPW* і *CAN*:

- SAE J1850 *PWM* (*Pulse Width Modulation* – модуляція ширини імпульсу). Високошвидкісний протокол, забезпечує продуктивність в

41,6 Кбайт/с. Цей протокол використовується на автомобілях *Ford*, *Jaguar* і *Mazda*. Відповідно до протоколу *PWM* сигнали передаються по двох проводах, що приєднуються до контактів 2 і 10 діагностичного роз'єму;

- SAE J1850 *VPW* (*Variable Pulse Width* – змінна ширина імпульсу). Протокол *VPW* підтримує передачу даних зі швидкістю 10,4 Кбайт/с і застосовується головню на автомобілях марок *General Motors (GM)* і *Chrysler*. Цей протокол передбачає передачу даних по одному проводу, що приєднується до контакту 2 діагностичного роз'єму;

- ISO 9141 – розроблений відповідно до стандарту ISO і застосовується для більшості автомобілів, які виготовлені в Європі та Азії, а також на окремих моделях автомобілів *Chrysler*. Використовує контакт 7 (*K-Line*) і, в окремих випадках, контакт 15 (*L-Line*) діагностичного роз'єму;

- ISO 14230 *KWP2000* (*Keyword Protocol 2000*), який ідентичний протоколу ISO 9141. Також використовує контакт 7 (*K-Line*) і, в окремих випадках, контакт 15 (*L-Line*) діагностичного роз'єму;

- ISO 15765 *CAN* (*Controller Area Network* — мережа контролерів), який розроблений компанією *Robert Bosch GmbH* в середині 1980 років. Цей протокол є найсучаснішим і забезпечує передачу даних з найбільшою швидкістю (до 1Мбіт/с). Використовує контакти 6 і 14 діагностичного роз'єму.

Кожний протокол має декілька різновидів (наприклад, ISO 15765-1, ISO 15765-2, ISO 15765-3, ISO 15765-4), які відрізняються, зокрема, швидкістю обміну інформацією.

Щоб визначити, який з протоколів *OBD-II* використовується на певному автомобілі (якщо *OBD-II* взагалі підтримується), можна:

- уважно переглянути технічний паспорт безпосередньо того автомобіля, який діагностується (але не загальне керівництво з експлуатації автомобілів певної марки/моделі). Корисно також

оглянути всі ідентифікаційні таблички на автомобілі – можлива наявність таблички «*OBD-II compliant*» (підтримує *OBD-II*) або «*OBD-II certified*» (сертифіковано на підтримку *OBD-II*);

- скористатись базами даних, наприклад *Mitchell-on-Demand* тощо. Слід зазначити, що бази даних можуть містити неточності, особливо стосовно автомобілів, виготовлених для ринків різних країн. Використання спеціалізованих дилерських баз даних підвищує ступінь достовірності інформації;
- використати сканер (наприклад, *ELM 327*), що дозволяє визначити, який з *OBD-II* протоколів використовується на машині;
- оглянути діагностичний роз'єм і визначити наявність контактів. Як правило, наявна лише частина контактів, а кожен протокол використовує лише окремі контакти роз'єму.

Призначення контактів *DLC*–роз'єму наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Призначення контактів *DLC*–роз'єму

Контакт	Призначення
1	Не визначений
2	Додатна лінія SAE J1850
3	Не визначений
4	Корпус
5	Загальний
6	CAN(H) ISO 15765
7	К-лінія ISO 9141/14230
8	Не визначений
9	Не визначений
10	Від'ємна лінія SAE J1850
11	Не визначений
12	Не визначений
13	Не визначений
14	CAN(L) ISO 15765
15	L лінія ISO9141/142300
16	+12 вольт батареї

Використання контактів 1, 3, 8, 9, 11, 12 і 13 *DLC*–роз'єму стандарт SAE не регламентує, а тому виробники можуть використовувати їх на свій розсуд.

Таким чином:

- протокол ISO-9141-2 ідентифікується наявністю контакту 7 у діагностичному роз'ємі (*K-line*) й відсутністю 2 і/або 10 контактів у діагностичному роз'ємі. Використовувані виводи – 4, 5, 7, 15 (може не бути), 16;
- SAE J1850 *VPW* (*Variable Pulse Width Modulation*). Використовувані виводи – 2, 4, 5, 16 (без 10);
- SAE J1850 *PWM* (*Pulse Width Modulation*). Використовувані виводи - 2, 4, 5, 10, 16.
- Протоколи *PWM*, *VPW* ідентифікуються за відсутністю контакту 7 (*K-Line*) діагностичного *DLC*–роз'єму.

Переважає більшість автомобілів використовують протоколи ISO. Водночас слід перерахувати деякі винятки:

- більшість легкових автомобілів і легких вантажівок концерну *GM* використовують протокол SAE J1850 *VPW*;
- значна частина автомобілів *Ford* використовує протокол J1850 *PWM*.

Для діагностування мікропроцесорних систем запалювання за допомогою бортових систем діагностики *OBD-II* використовують спеціальні діагностичні тестери, наприклад, “Дельфін”, *DST14*, *PDL 1000*, а також мультимедійні модулі *KTS 550* і *KTS 650* фірми *BOSCH* (рис. 3.100).

Залежно від типу електронного блоку керування, встановленого на машині, сканер тестер надає такі можливості:

- отримувати та відтворювати на дисплеї в текстовому або графічному режимах значення багатьох параметрів;
- виводити коди несправностей;
- стирати коди несправностей з пам'яті електронних блоків керування;
- керувати виконавчими механізмами;

· зберігати в пам'яті тестера значення параметрів, які отримані з електронного блоку керування та копіювати їх на персональний комп'ютер через *USB*-порт для подальшого аналізу з використанням спеціального програмного забезпечення.



а



б

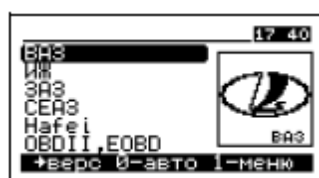
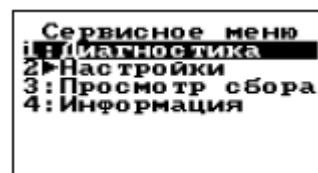
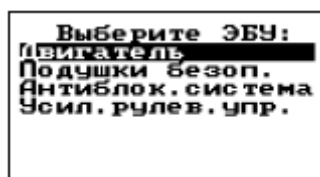
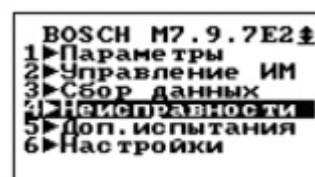
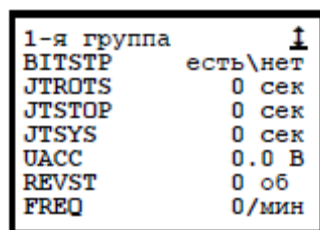
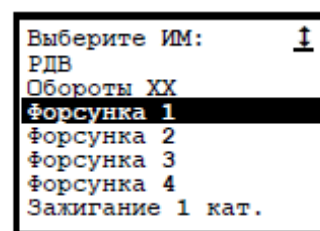
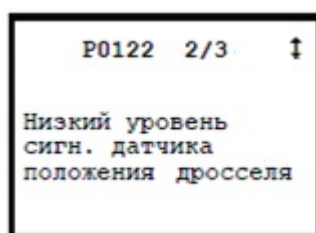
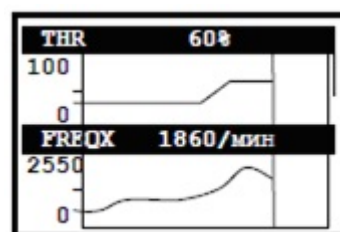


в

Рис. 3.100. Діагностичний тестер *DST14* (а) і мультимедійні модулі діагностування електронних систем запалювання *KTS 520* (б) і *KTS 650* (в) з двоканальними осцилоскопами

Діагностичний тестер *DST14* може працювати з різними комплектаціями електронних систем керування. Налаштовування приладу для роботи здійснюється за допомогою програмних модулів після підключення тестера до *DLC*-роз'єму. Програмні модулі потрібно своєчасно оновлювати через *Internet*, підключивши тестер до комп'ютера та увійшовши на офіційний сайт www.nppnts.ru фірми-розробника тестера ООО «НПП «НТС».

Після під'єднання тестера до *DLC*-роз'єму потрібно за допомогою клавіатури в меню, яке відображається на дисплеї, вибрати: марку автомобіля (рис. 3.101, *а*); дії, які потрібно виконати (рис. 3.101, *б*); електронний блок керування, який буде діагностуватись (рис. 3.101, *в*); режим роботи (рис. 3.101, *г*); у режимі «Параметри» переглянути, значення яких власне параметрів буде зчитано (рис. 3.101, *и*); у режимі «Несправності» вибрати виконавчий механізм, який буде діагностуватись (рис. 3.101, *д*); проаналізувати результати діагностування, які виводяться на дисплей у текстовому (рис. 3.101, *е*) або графічному (рис. 3.101, *є*) режимах.

*а**б**в**г**и**д**е**є*Рис. 3.101. Работа с меню тестера *DST14*

Усі несправності, які фіксуються системою діагностування *OBD-II* та зберігаються в пам'яті електронного блоку керування, поділяють на такі групи:

- *поточні несправності*, які мають місце в даний момент;
- *одноразові несправності*, які зареєстровані системою діагностування хоча б один раз за 2 хв. роботи. Інформація про ці несправності зберігається в пам'яті впродовж 2 год., після чого видаляється;
- *багаторазові несправності* – це несправності, які реєструються блоком керування за інтервал часу, що перевищує 2 хв. Інформація про них зберігається в пам'яті постійно аж до стирання кодів несправностей.

У межах системи *OBD-II* частково стандартизовані коди несправностей *DTC* (*Diagnostic Trouble Code*), як це передбачено стандартом SAE J2012. Ці коди мають єдиний формат, однак їх поділяють на дві великі групи – основні (*generic*) і додаткові (*extended*).

Як зазначалось, структура у основних і додаткових *OBD-II* кодів однакова – кожен код складається з букви латинського алфавіту і чотирьох цифр (для нових моделей машин інколи вже використовують і букви):

Таким чином перша позиція коду несправності може містити букви:

- *P* (*is for powertrain codes*) – у разі, коли несправність пов'язана з роботою двигуна і (або) автоматичної коробки передач;
- *B* (*is for body codes*) – у разі, коли несправність пов'язана з роботою "кузовних систем" (подушки безпеки, центрального замка, електричних склопідйомників);
- *C* (*is for chassis codes*) – у разі, коли несправність пов'язана з роботою шасі (ходової частини);
- *U* – *is for network codes* – у разі, коли несправність відноситься до системи взаємодії між електронними блоками (наприклад, до шини *CAN*).

Друга позиція коду несправності може містити цифри:

- 0 – позначення загальної для *OBD-II* помилки;
- 1 и 2 – позначення помилки виробника;
- 3 – резервна позиція, яка використовується різними виробниками для означення різних несправностей (резерв).

Третя позиція коду вказує на тип системи, в якій виявлена несправність:

- 1 – паливна система або система подачі повітря;
- 2 – паливна система або система подачі повітря;
- 3 – система запалювання;
- 4 – допоміжний контроль;
- 5 – холостий хід;
- 6 – електронний блок керування (*ECU*) або його ланцюг;
- 7 – трансмісія;
- 8 – трансмісія.

У четвертій і п'ятій позиціях коду несправності виводиться її порядковий номер у таблицях несправностей.

Наприклад, розглянемо код несправності **P0205**, який вказує на несправність форсунки 5-го циліндра.

Символ **P** у першій позиції коду означає, що помилка пов'язана з роботою двигуна; символ **0** у другій позиції вказує, що це стандартна помилка *OBD-II*, а не помилка виробника; символ **2** у третій позиції вказує, що помилка відноситься до роботи паливної системи або системи подачі повітря; і нарешті символи **05** у четвертій і п'ятій позиціях визначають порядковий номер несправності.

Основні коди чітко стандартизовані і їх розшифровка однакова для всіх автомобілів, що підтримують *OBD-II*. Водночас, слід зазначити, що один і той же код несправності може мати на автомобілях різних марок різні технічні причини (це залежить від особливостей конструкції як різних марок і моделей автомобілів, так і різних автомобілів однієї моделі).

Додаткові коди можуть відрізнятися для різних марок автомобілів. Ці коди використовуються автовиробниками спеціально для розширення можливостей діагностування.

Підключення сканерів до персональних комп'ютерів із спеціалізованим програмним забезпеченням, яке переважно входить в комплект поставки, суттєво розширює можливості діагностування за рахунок використання усіх можливостей комп'ютера для аналізу та виводу діагностичної інформації.

Розглянемо програмне забезпечення універсального мультимарочного сканера *AutoCom* [].

Перш за все комп'ютер слід під'єднати до сканера, використовуючи *USB*-порт або ж *Bluetooth*, і запустити програму, попередньо встановлену на комп'ютері.

Інтерфейс програми є інтуїтивно зрозумілим (рис. 3.102).

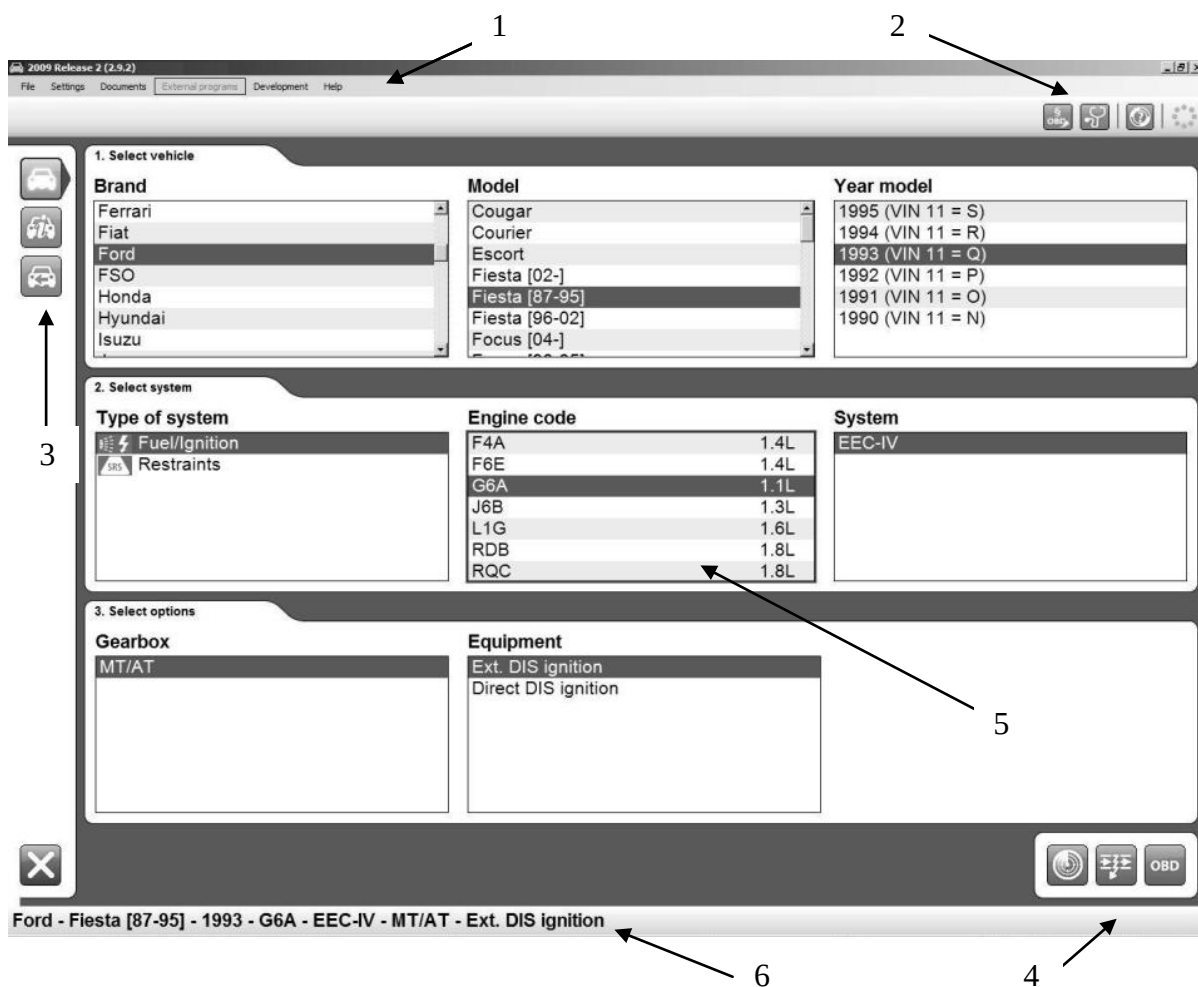


Рис. 3.102. Інтерфейс програмного забезпечення сканера *AutoCom*

Верхній рядок 1 вікна програми – це головне меню, в якому є закладки *File* (файл), *Settings* (налаштування), *Documents* (документи), *External programs* (додаткові програми), *Help* (допомога).

У підменю *File* (файл) є можливості збереження інформації в окремому файлі, відкриття існуючих файлів і виходу з програми. У підменю *Settings* (налаштування) можна вибрати мову. Тут також є інструменти налаштування обладнання. Підменю *External programs* (додаткові програми) містить посилання на інші програмні продукти, а підменю *Documents* (документи) забезпечує доступ до різних документів. Через підменю *Help* (допомога), або ж використовуючи функціональну клавішу <F1>, викликають допомогу щодо використання програмного продукту. Тут також можна ознайомитись з умовами використання, отримати дані про ліцензію на продукт. У цьому підменю є можливість активації демонстраційного режиму програми.

У правому верхньому кутку вікна програми 2 знаходяться панель інструментів з кнопками:



– активації режиму зчитування діагностичної інформації (*Generic OBD*) з електронного блоку керування;



– під'єднання пристроїв;



– доступу до файлів допомоги щодо використання програмного продукту;



– індикатора активності.

Ліворуч знаходиться перше функціональне меню 3, де є можливість вибору автомобіля, що діагностується, трьома способами:



– класичний вибір автомобіля з запропонованого списку (вибір марки, моделі, року виготовлення, коду двигуна тощо);



– вибір автомобіля з використанням додаткової інформації (наприклад, про місце розташування *DLC*-роз'єму, про потребу застосування певного адаптера тощо);



– вибір з списку автомобілів, які попередньо діагностувались.

У правому нижньому кутку екрана знаходиться друге функціональне меню 4, яке, зокрема, надає можливості:

-  – активації режиму зчитування *OBD*-діагностичної інформації з електронного блоку керування ;
-  – переходу у режим сканування (пошуку і зчитування помилок з усіх доступних для сканування систем).

Залежно від відкритої закладки головного меню, перелік команд, які доступні у першому та другому функціональних меню, буде змінюватись.

У головному вікні програми 5 виводиться поточна інформація: додаткові списки вибору параметрів, поточні значення контрольованих параметрів тощо. Вид головного вікна програми 5 буде змінюватись від відкритої закладки головного меню, а також команд, що вибрані у першому та другому функціональних меню.

Нижній рядок вікна програми – це рядок поточного стану 6, де виводяться поточні вибрані параметри.

У разі вибору команди *OBD* у другому функціональному меню програма перейде у режим діагностування (рис. 3.103), а в першому функціональному меню доступними стануть такі команди:

-  – вивід загальної інформації про автомобіль, що діагностується, зокрема вивід списку доступних електронних блоків керування *ECU (Electronic Control Unit)*, що підтримуються стандарт *OBDII* чи *eOBD*;
-  – вивід таблиць кодів несправностей;
-  – знищення кодів несправностей;
-  – створення користувачем окремого набору параметрів, які будуть діагностуватись *RTD*;
-  – перехід в режим ігнорування отримуваної *OBDII* діагностичної інформації для того, щоб діагностичний модуль зміг проконтролювати або змінити вихідний сигнал;



– перехід у режим адаптації, який використовується для налаштування параметрів у разі заміни окремих вузлів автомобіля під час ремонту;



– перехід у режим перепрограмування, який використовується досвідченими працівниками технічного сервісу, наприклад, з метою включення додаткової інформації.

Якщо вибрати команду зчитування та розшифрування кодів, то на екран буде виведено таблиці кодів постійних (*Permanent*) і перервних (*Intermittent*) несправностей з їх розшифруваннями (рис. 3.103).

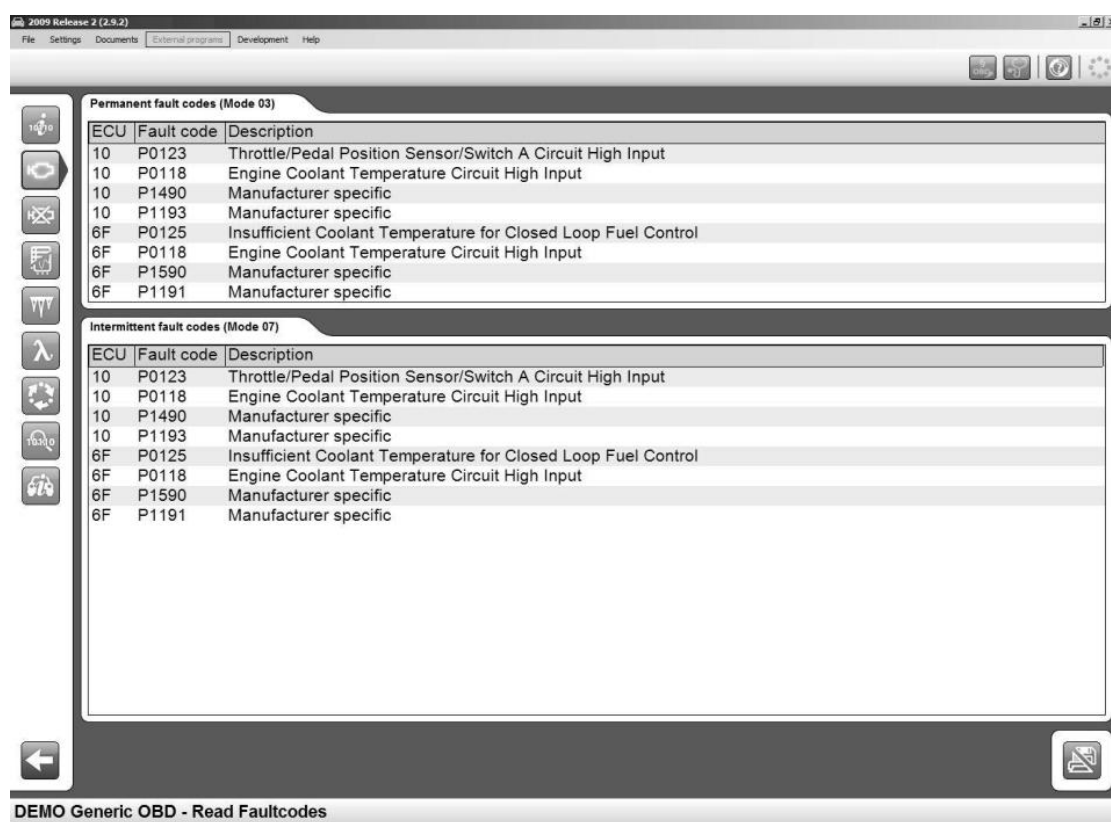


Рис. 3.103. Вивід таблиць кодів несправностей

У першому функціональному меню з'являться додаткові можливості:



– вивід значень поточних параметрів роботи систем двигуна чи автомобіля загалом, за яких було виявлено або ж виникають несправності;



– вивід параметрів роботи λ -зонду;



– перехід у режим розірваного циклу діагностування;



– вивід діагностичних тестів, що доступні для кожного електронного блоку керування *ECU*;



– вивід параметрів ідентифікації автомобіля, які необхідні для діагностування (наприклад, номер шасі тощо).

Під час діагностування зручно, а, інколи, просто необхідно аналізувати декілька діагностичних параметрів одночасно. У такому разі слід викликати у першому функціональному меню команду *RTD* створення окремого набору діагностичних параметрів. У результаті в головному вікні (рис. 3.104) буде виведено два списки параметрів – доступні для діагностування (*Available*) і вибрані (*Selected*). Переміщення параметрів між списками здійснюють за допомогою стрілочок 1.

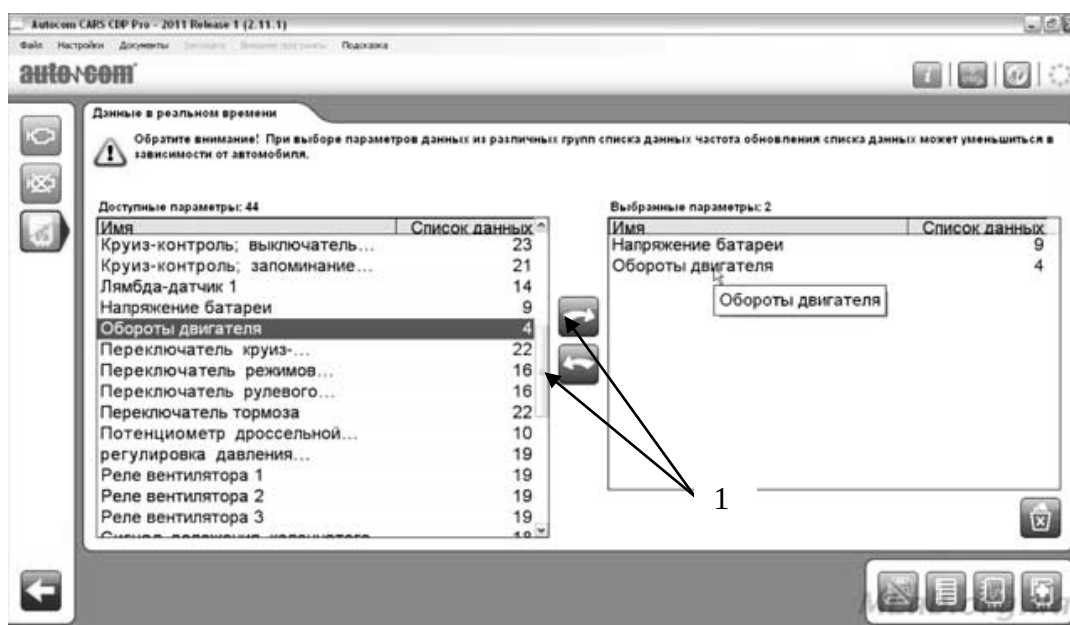


Рис. 3.104. Формування окремого набору діагностичних параметрів за допомогою команди *RTD*

У режимі визначення параметрів діагностування безпосередньо користувачем у другому функціональному меню є можливість вибрати формат виводу діагностичної інформації:



– у вигляді списку даних;



– у вигляді графіків (рис. 3.105).

За результатами діагностування формулюють висновок про потребу регулювання або виконання ремонтно-обслуговуючих втручань.

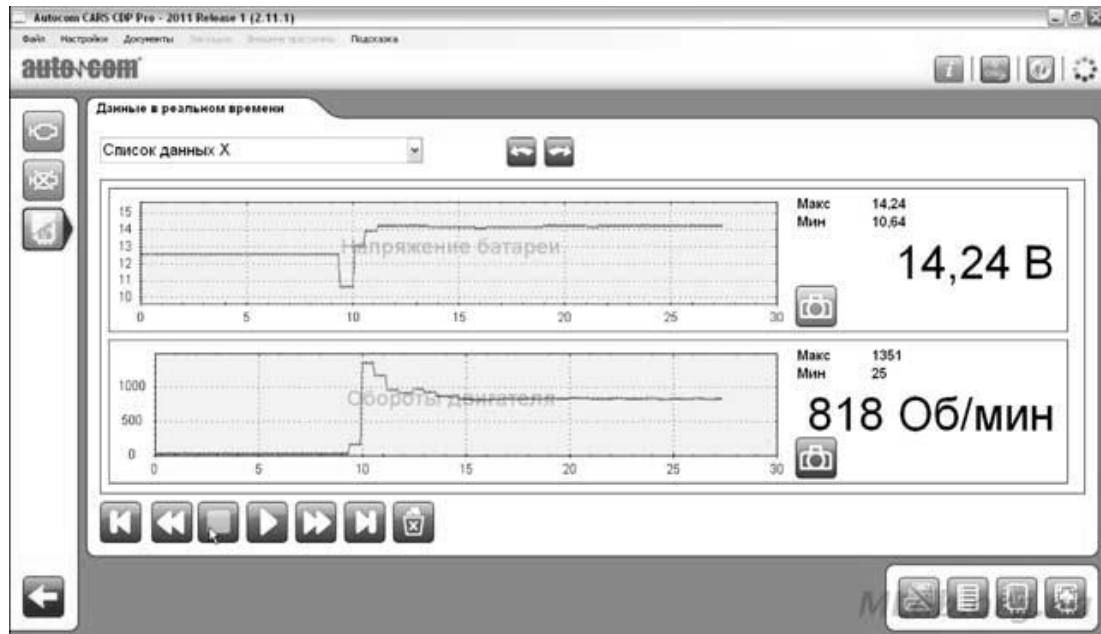


Рис. 3.105. Відстежування падіння первинної напруги під час запуску двигуна з використанням графічного режиму виводу даних

3.8.7. Особливості діагностування *COP* і *DIS*-систем запалювання за допомогою мотор-тестера

У багатьох випадках з використанням сканера можна переважно лише виявити несправності окремих систем двигуна, у тому числі і системи запалювання. Однак однозначно встановити причину несправності практично неможливо. Тому найповнішу інформацію про технічний стан системи запалювання можна отримати за результатами аналізу сигналів, що надходять від окремих елементів в електронний блок керування та керуючих сигналів від *ECU* та порівняння цих сигналів з еталонними.

Для отримання такої інформації використовують мотор-тестери.

Можливості мотор-тестера *MT-Pro* стосовно діагностування систем запалювання такі:

- перевірка технічного стану свічок запалювання; перевірка високовольтних проводів;

- перевірка режимів роботи та виявлення несправностей катушок запалювання;
- перевірка датчиків безконтактної системи запалювання (індуктивного, Хола);
- визначення кутів випередження запалювання (без сторобоскопа).

Додатково за допомогою цього приладу можна перевірити роботу генератора та проконтролювати процеси заряджання-розряджання АБ.

На передній панелі приладу знаходяться вісім високочастотних *BNC*-роз'ємів універсальних аналогових каналів (*CH1–CH8*), один високочастотний *BNC*-роз'єм універсального логічного каналу та клемма заземлення приладу (рис. 3.106, *а*). На задній панелі (рис. 3.106, *б*) знаходяться *USB*-порт, індикатор живлення, роз'єм для під'єднання зовнішнього джерела живлення, *COM*-порт для під'єднання зовнішніх модулів (*Serial*) і *COM*-порт для під'єднання вбудованого сканера до електронного блока керування (*OBD II*).

Для безпечного виконання робіт після під'єднання тестера до комп'ютера та автомобіля слід виконати заземлення (рис. 3.107).



а



б

Рис. 3.106. Загальний вигляд мотор тестера *MT-Pro*:

а – передня панель; *б* – задня панель

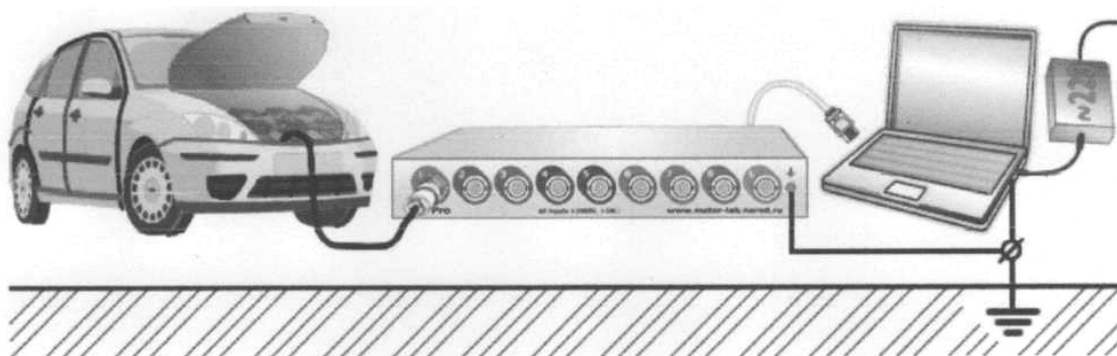


Рис. 3.107. З'єднання мотор-тестера *MT-Pro* з автомобілем і комп'ютером

Програмне забезпечення мотор-тестера має зручний та зрозумілий інтерфейс (рис. 3.108).

У верхньому рядку 1 вікна програми виведено назву програмного продукту та ім'я поточного файлу даних. Наступний рядок 2 – це головне меню, в якому є закладки «Файл», «Правка», «Аналіз», «Сервіс». Нижче знаходяться закладки 3 перемикання доступних відкритих вікон. Виклик команд можна здійснювати не лише з меню, але й за допомогою кнопок з піктограмами, які знаходяться на панелях інструментів 4.

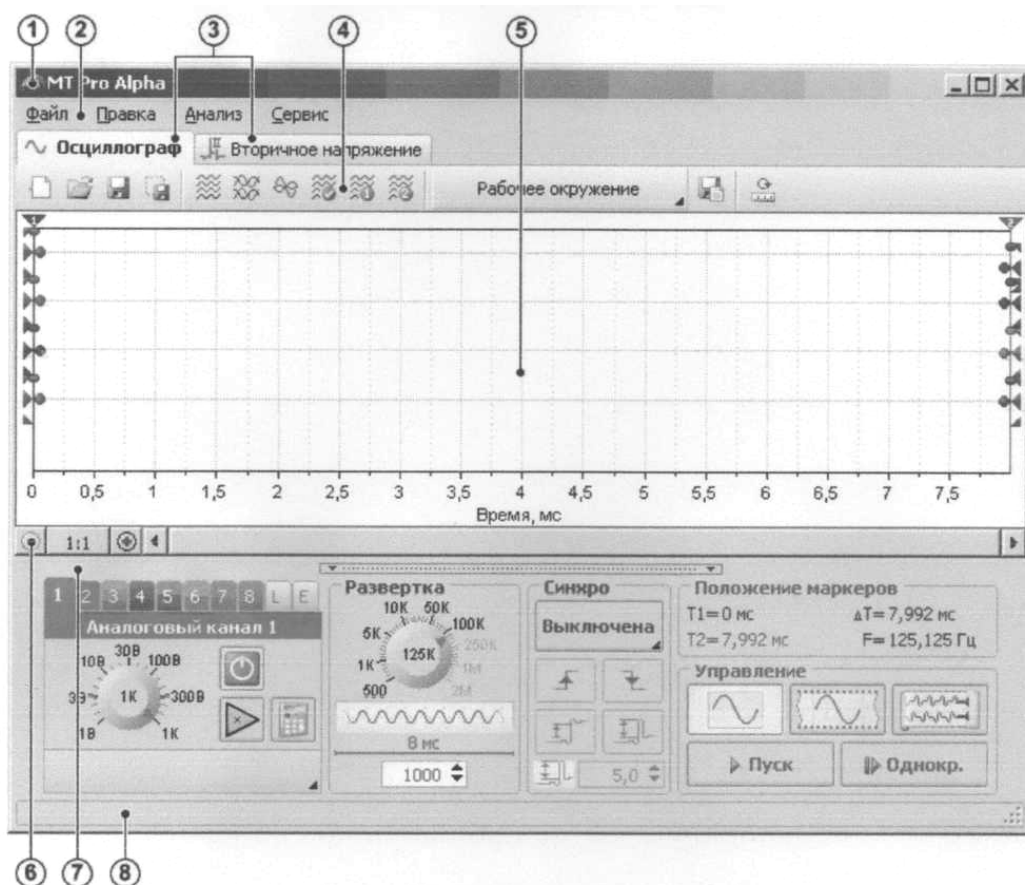


Рис. 3.108. Головне вікно програмного забезпечення мотор-тестера *MT-Pro*

В центральній частині знаходиться робочий екран 5, де виводяться графіки сигналів усіх активних каналів. Тут також знаходяться інструменти керування виводом графічної інформації. Під графіком 6 знаходяться полоса прокрутки графіка та кнопки управління масштабом горизонтальної осі.

Ще нижче розміщені панелі керування осцилографом 7.

У самому низу екрану є рядок поточного стану 8, де виводиться інформація про поточний стан тестера.

Панель управління каналами (рис. 3.109) містить вісім закладок управління аналоговими каналами; закладку *L* управління логічним каналом і закладку *E* каналу еталону.

Праворуч від панелі управління каналами знаходиться панель розгортки (рис. 3.110), де є можливість задавати частоту (період) дискретизації сигналу; довжину вибірки; довжину пре-тригера; довжину вікна самописця (кількість звітів, які виводяться в масштабі 1 : 1).

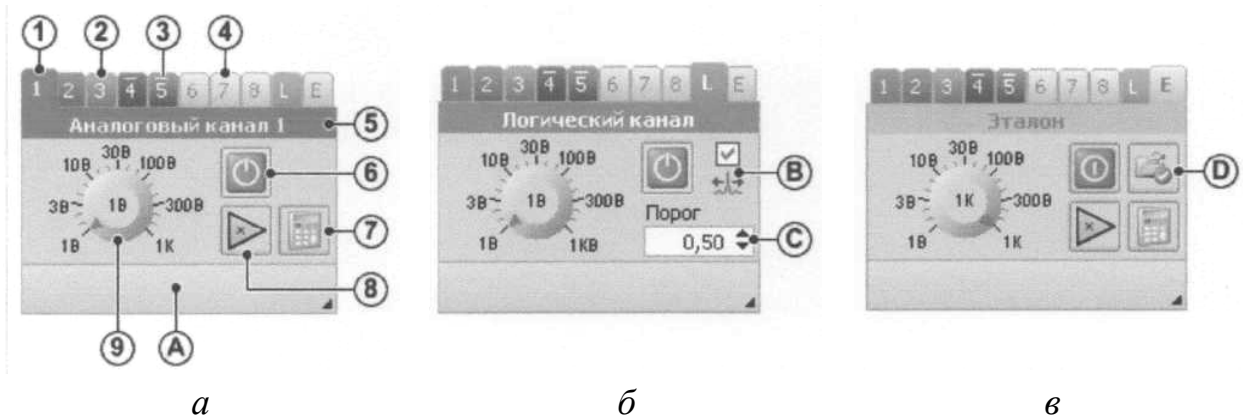


Рис. 3.109. Панель управління каналами:

а – закладка аналогового каналу; *б* – закладка логічного каналу;

в – закладка каналу еталону;

1 – закладка поточного включеного аналогового каналу без інверсії даних;

2 – закладка включеного не активного аналогового каналу без інверсії даних; *3* – закладка включеного не активного каналу з інверсією даних (верхня риска); *4* – закладки виключених каналів; *5* – поле назви каналу; *6* – кнопка включення (зелений фон)/ виключення (червоний фон) каналу; *7* – кнопка відкриття вікна математичної обробки даних; *8* – кнопка включення / виключення інверсії даних; *9* – ручка вибору вхідного діапазону сигналу каналу;

A – кнопка з меню вибору налаштувань каналу; *B* – прапорець включення / виключення детектора імпульсів на вході логічного каналу; *C* – поле граничного значення, з яким порівнюється амплітуда вхідного сигналу логічного каналу;

D – кнопка виклику діалогового вікна файлу еталону

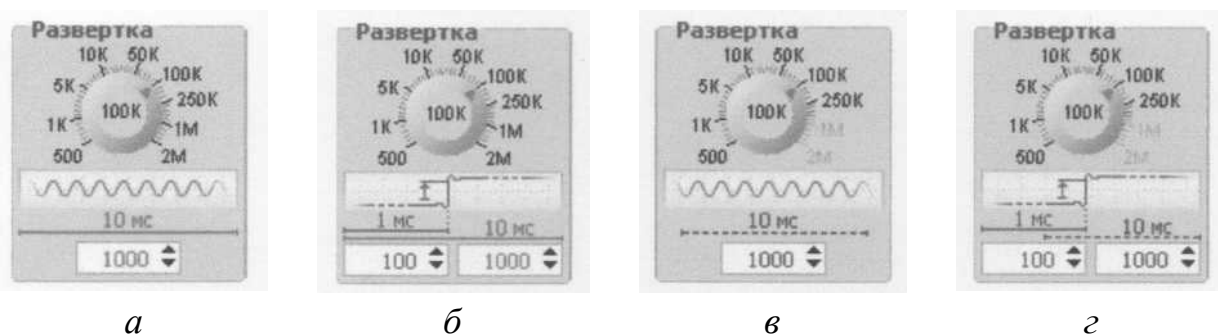


Рис. 3.110. Панель розгортки:

- а – режим осцилографа, синхронізація виключена;
 б – режим осцилографа, синхронізація включена;
 в – режим самописця, синхронізація виключена;
 г – режим самописця, синхронізація виключена*

Праворуч панелі розгортки розташована панель синхронізації (рис. 3.111), де є можливість включити / виключити синхронізацію, вибрати канал

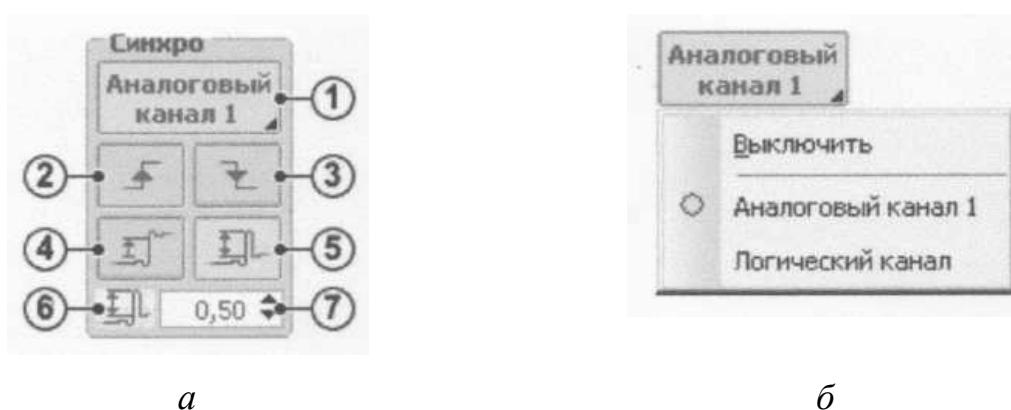


Рис. 3.111. Панель синхронізації:

- а – загальний вигляд;
 б – вибір каналу джерела синхронізації з меню, що розкривається;
 1 – кнопка включення / виключення синхронізації; 2 – кнопка вибору синхронізації по передньому фронту; 3 – кнопка вибору синхронізації по задньому фронту; 4 – кнопка вибору синхронізації за абсолютним значенням; 5 – кнопка вибору диференціальної синхронізації; 6 – схема вибраних умов синхронізації; 7 – текстове поле для задавання граничного значення різниці для суміжних звітів*

джерела синхронізації, фронт і спосіб синхронізації (за абсолютним значенням або диференціальний), а також задати граничне значення різниці амплітуд суміжних звітів.

Панель маркерів (рис. 3.112) призначена для виводу параметрів їх розташування.

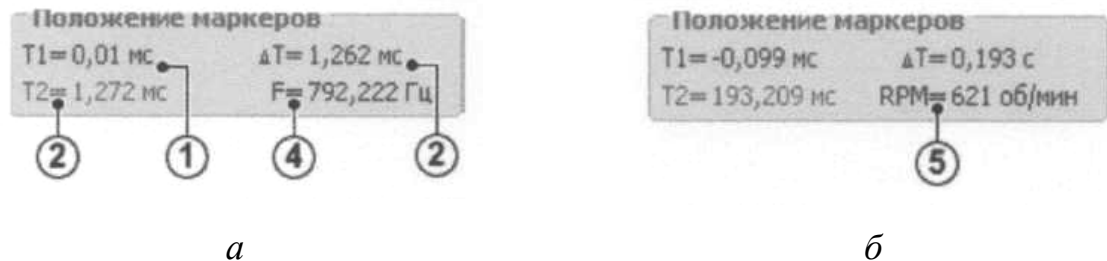


Рис. 3.112. Панель управління маркерами:

а – вивід еквівалентної частоти;

б – вивід еквівалентної частоти обертання колінвала;

1 – значення поточної позиції першого вертикального маркера на осі часу; 2 – значення поточної позиції другого вертикального маркера на осі часу; 3 – довжина інтервалу часу між поточними позиціями вертикальних маркерів; 4 – значення частоти, яке еквівалентне довжині інтервалу; 5 – значення частоти обертання колінвала, яке еквівалентне довжині інтервалу та заданому куту

Панель управління (рис. 3.113) використовують для вибору режиму реєстрації, запуску/зупинки процесу реєстрації, а також виводу тривалості процесу реєстрації.

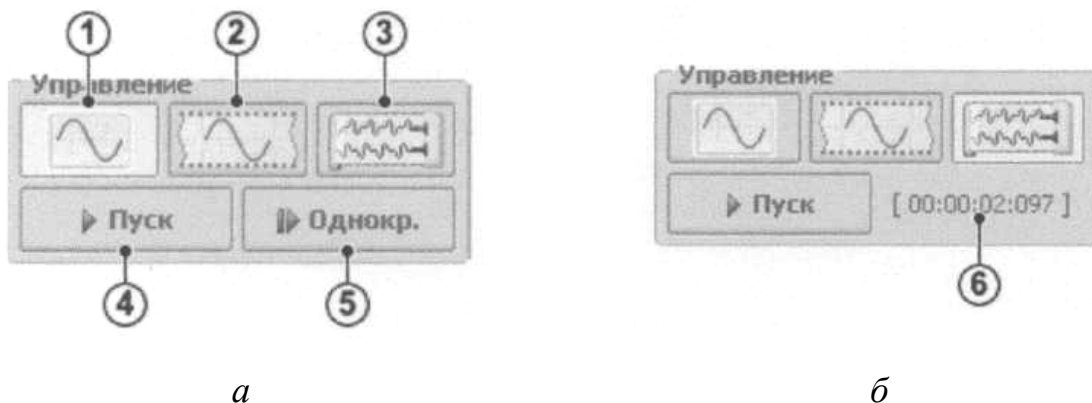


Рис. 3.113. Панель управління:

а – вид панелі в режимі осцилографа;

б – вид панелі в режимі самописця або по кадровому режимі;

1 – кнопка вибору реєстрації в режимі осцилографа; 2 – кнопка вибору реєстрації в по кадровому режимі; 3 – кнопка вибору реєстрації в режимі самописця; 4 – кнопка запуску/зупинки процесу реєстрації; 5 – кнопка одноразового запуску / зупинки процесу реєстрації; 6 – поле виводу загальної тривалості процесу реєстрації

Програмне забезпечення тестера уможливорює передачу даних в інші середовища (*Microsoft Excel, MATLAB*) для подальшого аналізу.

Передовсім нагадаємо, що в *COP*-системах запалювання (*Coil on Plug* – "котушка на свічці") котушки запалювання встановлюють безпосередньо на

свічки кожного циліндра (рис. 3.114). Ще одна важлива особливість – відсутність високовольтних проводів. Тому методика діагностування *COP*-системах запалювання з одноіскровою котушкою запалювання суттєво відрізняється від методик діагностування класичної або *DIS*-систем запалювання.

Осцилограму вторинної напруги отримують за допомогою високовольтного ємнісного давача $C \times$ (рис. 3.115), який рекомендують під'єднувати до 8-го аналогового каналу (синя помітка давача – синій фон 8-го каналу), вибравши вхідний діапазон $\pm 0,2$ В і частоту дискретизації не менше 200 КГц. Цуй давач по чергового під'єднують до всіх котушок запалювання.



Рис. 3.114. Вигляд індивідуальної котушки запалювання:

1 – проводи котушки; 2 – роз'єм; 3 – котушка запалювання; 4 – ковпачок свічки запалювання; 5 – свічка запалювання

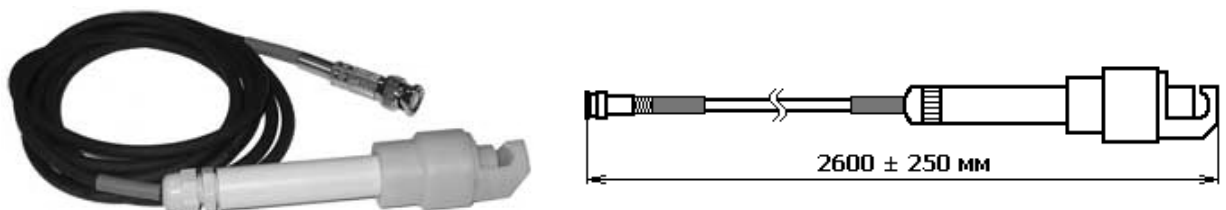


Рис. 3.115. Високовольтний ємнісний давач мотор-тестера *MT-Pro*

Щоб отримати осцилограму вторинної напруги слід попередньо відкрутити затискач (рис. 3.116, *а*) і піднести торець давача до відкритої верхньої частини котушки запалювання (рис. 3.116, *б*).

У контекстному меню «Оточення» (рис. 3.117) слід вибрати варіанти «Вторинна напруга» $\Rightarrow$ «Класична» (система запалювання), а в підменю «Налаштування» – вибрати «Режим одного циліндра» або ж «Послідовний режим».

Отримана осцилограма вторинної напруги 1 буде дещо відрізнятись від осцилограми класичної системи запалювання 2 (рис. 3.118).

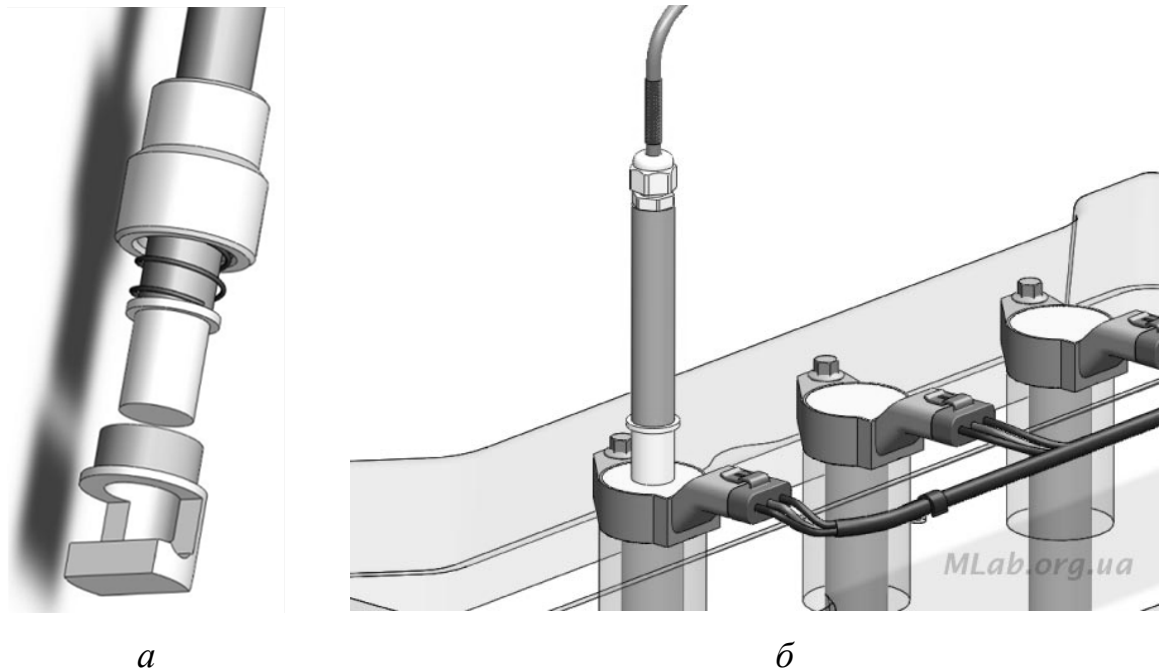


Рис. 3.116. Діагностування котушки СОР-системи запалювання:
а – підготовка давача до роботи; *б* – встановлення давача для зняття сигналу

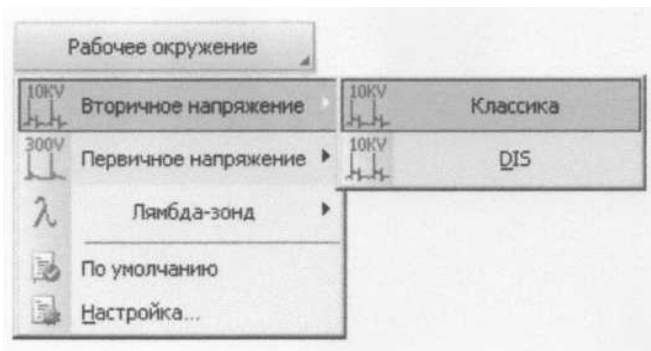


Рис. 3.117. Вибір налаштувань
робочого середовища

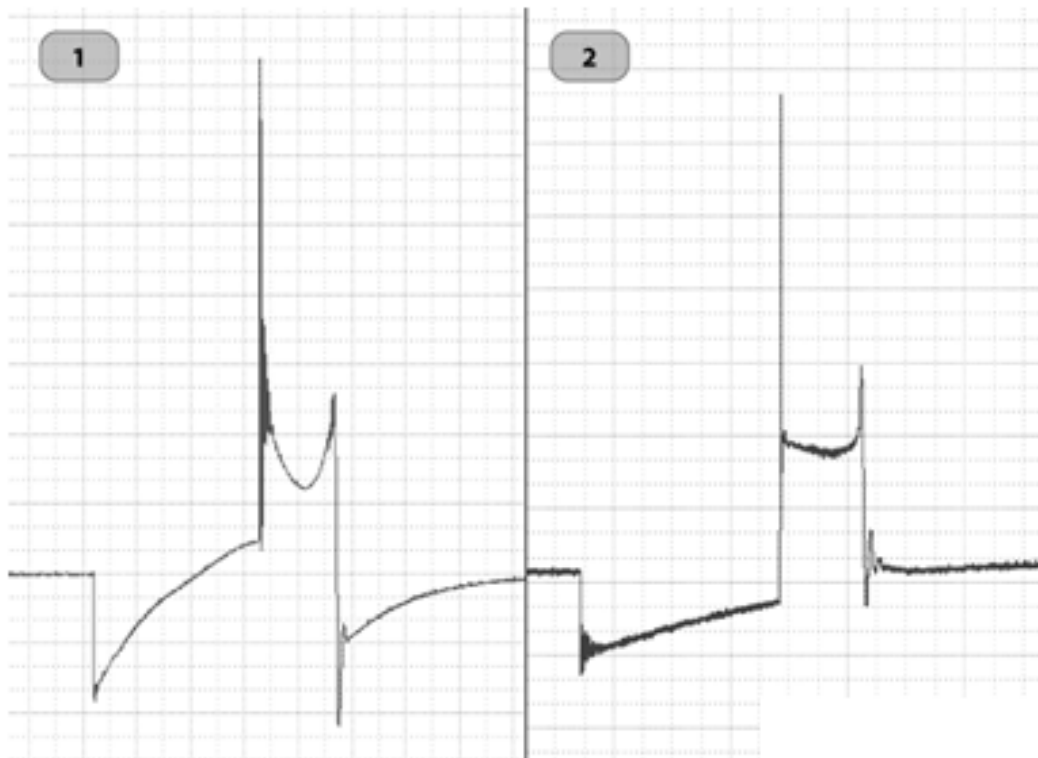


Рис. 3.118. Порівняння осцилограм вторинної напруги:

1 – осцилограма, отримана за допомогою ємнісного давача з індивідуальної котушки СОР-системи запалювання; 2 – класичний вигляд осцилограма

Для одночасного діагностування усіх котушок запалювання можна використати індуктивні давачі $L \times 4$. Принцип використання індуктивних давачів полягає у в тому, що електромагнітному полі котушки запалювання розмішують додаткову котушку індуктивності. У цій додатковій котушці буде виникати електрорушійна сила, пропорційна до змін магнітного поля в котушці запалювання. Таким чином можна отримати осцилограму вторинної напруги (рис. 3.119).

Як бачимо (рис. 3.119), форма осцилограми, яка отримана за допомогою індуктивного давача, дещо відрізняється від форми класичної осцилограми вторинної напруги. Це пояснюється тим, що електромагнітне поле, яке власне індукує електрорушійну силу в котушці індуктивного давача, є суперпозицією полів, створених первинною і вторинною обмотками, а також осердям котушки запалювання. Однак відмінності не є суттєвими та не створюють труднощів під час аналізу.

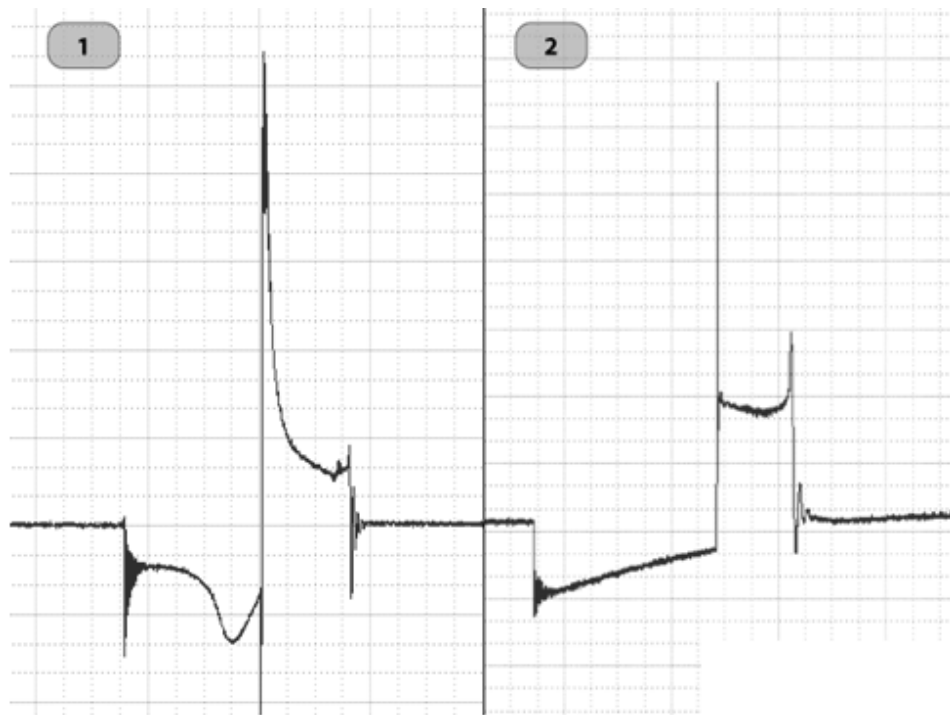


Рис. 3.119. Порівняння осцилограм вторинної напруги:

1 – осцилограма, отримана за допомогою індуктивного давача з індивідуальної котушки СОР-системи запалювання; 2 – класичний вигляд осцилограми

Для діагностування використовують комплект індуктивних давачів $L \times 4$ (для одночасного діагностування чотирьох котушок запалювання) і $L \times$ (для діагностування однієї котушки запалювання або синхронізації).

Давач фіксується на корпусі котушки запалювання за допомогою силіконової присоски (рис. 3.120, а). Перед монтажем слід обов'язково очистити поверхню котушки від бруду і пилу. Для надійнішої фіксації давача використовують консистентне силіконове мастило або Літол.

Реєструючий елемент індуктивного давача – це стрижнева котушка, яка має вісь симетрії (рис. 3.120, б).

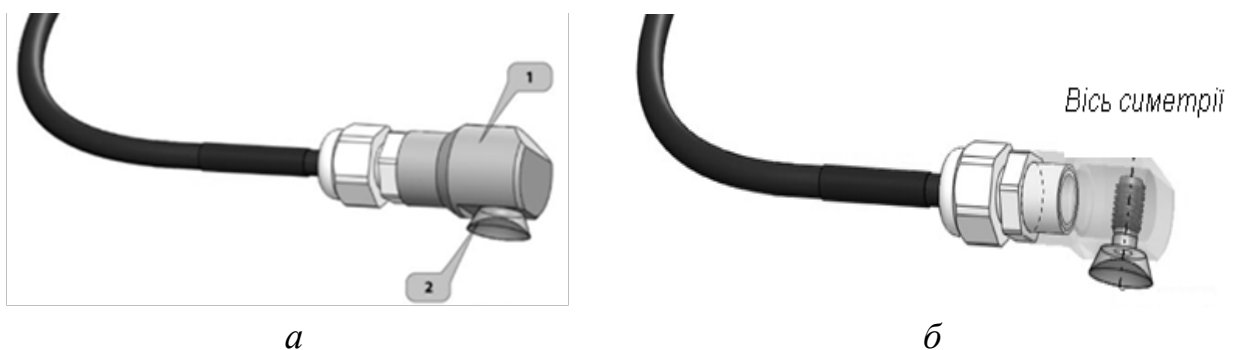


Рис. 3.120. Зовнішній вигляд індуктивного давача:

1 – корпус давача; 2 – силіконова присоска

Вид осцилограми вторинної напруги буде залежати від розташування давача відносно електромагнітного поля котушки запалювання. Тому давач слід закріпити на котушці запалювання так, щоб вісь симетрії його котушки збігалась з віссю симетрії трансформатора контрольованої котушки запалювання. Тому розміщення давачів на стрижневих і компактних котушках запалювання буде різним (рис. 3.121).

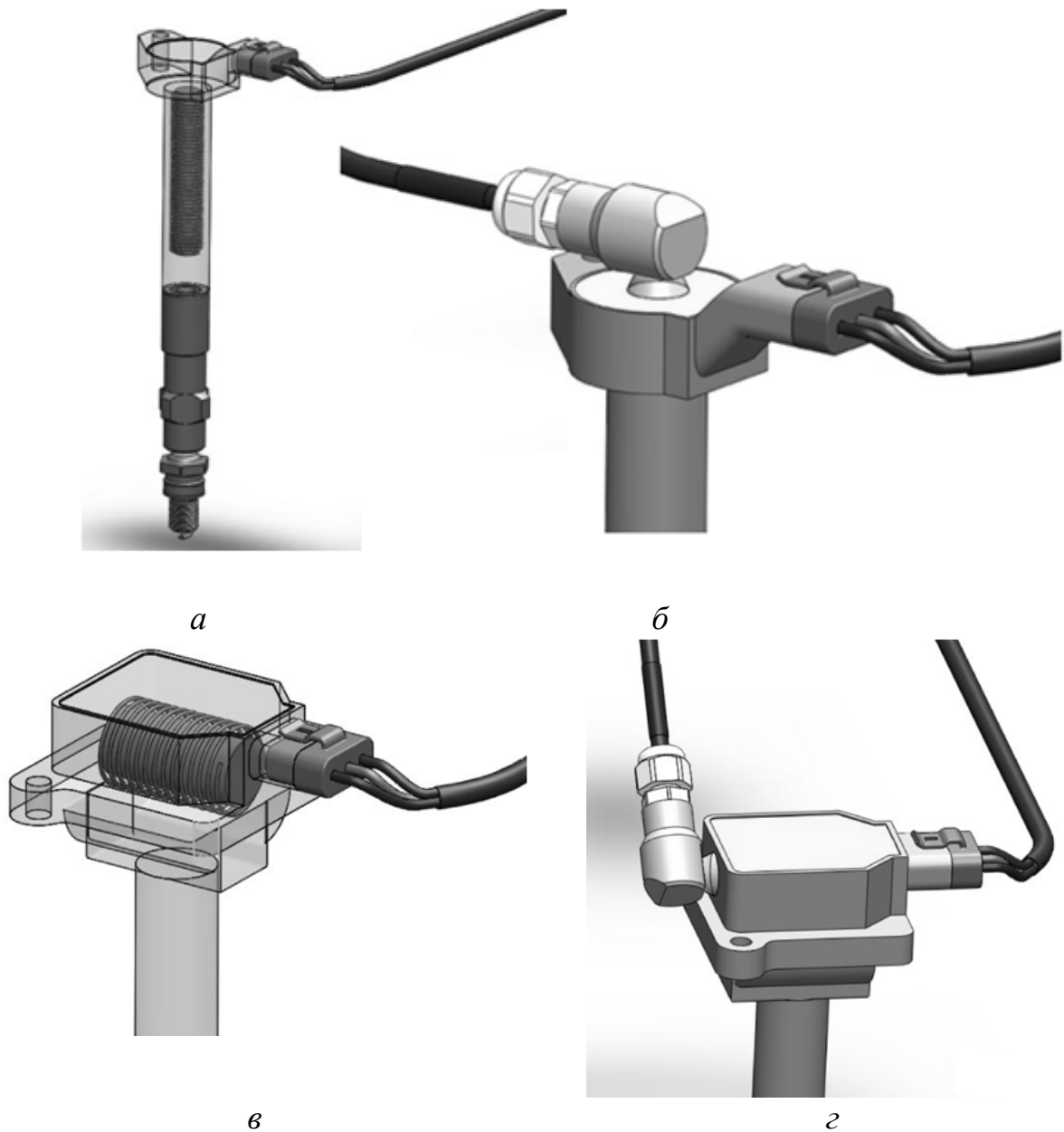


Рис. 3.121. Розміщення індуктивного давача відносно трансформатора котушки запалювання:

- а – розміщення трансформатора в стрижневій котушці запалювання;*
- б – фіксація індуктивного давача на корпусі стрижневої котушки запалювання;*
- в – розміщення трансформатора в компактній котушці запалювання;*
- г – фіксація індуктивного давача на корпусі компактної котушки запалювання*

Для діагностування потрібно виконати налаштування синхронізації отримуваних сигналів.

Переважає більшість процесів ДВЗ є періодичними – вони повторюються через кожний повний робочий цикл. Тому для діагностування достатньо проаналізувати сигнал в межах одного повного робочого циклу. Водночас початок циклу, що взятий для аналізу, повинен збігатись з початком відповідного сигналу першого циліндра.

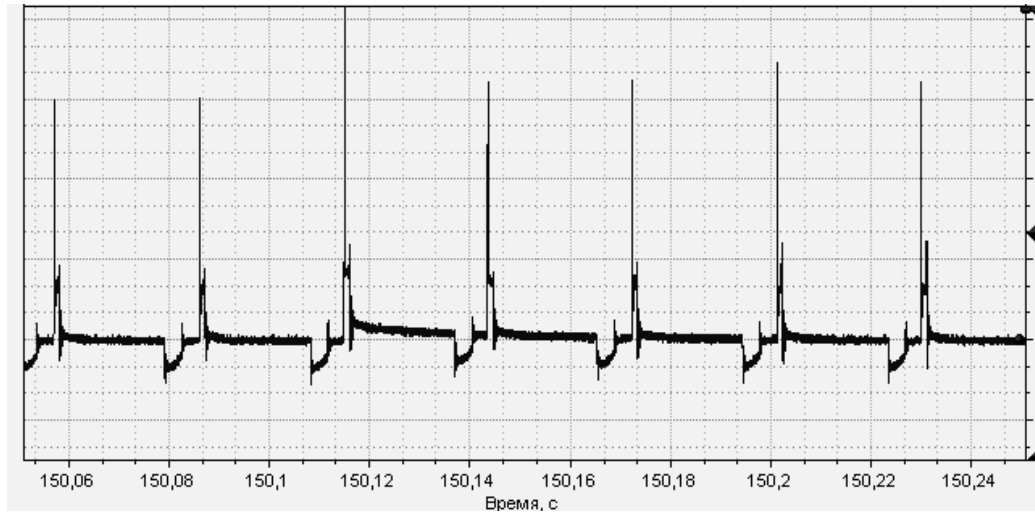
Щоб із періодичного сигналу, який надходить від давачів, виділити один повний цикл роботи ДВЗ, потрібно використати додатковий сигнал – позначку першого циліндра (ППЦ). Такий сигнал буде єдиним в межах повного циклу роботи ДВЗ. Без цієї позначки неможливо визначити, який імпульс відповідає котушці запалювання якого циліндра (рис. 3.122, а).

Позначка першого циліндра (ППЦ) – це імпульс в межах повного робочого циклу, який дає можливість однозначно ідентифікувати імпульс запалювання в першому циліндрі за рахунок того, що на осцилограмі ППЦ знаходиться значно ближче до імпульсу запалювання в першому циліндрі, чим до імпульсів запалювання в інших циліндрах (рис. 3.122, в).

У загальному випадку прив'язка власне до першого циліндра не є обов'язковою. Позначка може стосувати будь-якого із циліндрів ДВЗ, оскільки програмне забезпечення дає можливість вказати номер циліндра, за яким буде виконана синхронізація (за згодою – це перший циліндр).

Для синхронізації можна використати логічний канал (як в режимі осцилографа, так і в покадровому режимі). У такому разі дані логічного каналу не будуть виводитись на екран, а початок розгортки буде збігатись з початком повного робочого циклу – сигнал не будет “бігати” по екрану (рис. 3.122, б).

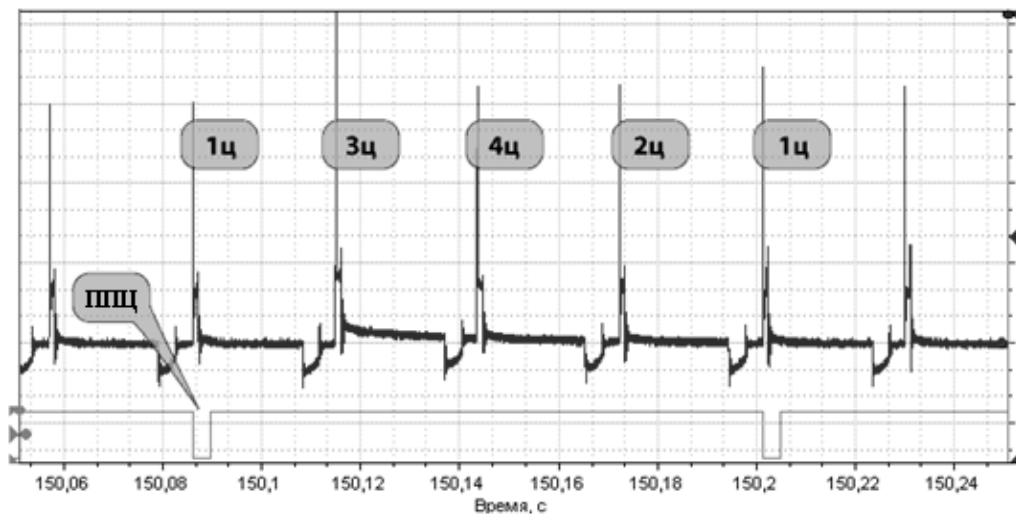
У разі синхронізації в режимі самописця, можливості логічного каналу практично збігаються з можливостям аналогових каналів. У цьому режимі дані логічного каналу будуть виводитись на екран так, як і дані аналогових каналів.



а



б



в

Рис. 3.122. Осцилограма вторинної напруги:

а – без ППЦ; б – без ППЦ (сигнал «біжить» по екрану); в – з ППЦ

Для визначення ППЦ можна використовувати сигнали магнітного поля котушки запалювання, первинного ланцюга запалювання (для СОР-системи запалювання) або керування форсункою.

Логічний канал тестера *MT-Pro* можна використати як додатковий аналоговий канал, який працює на меншій частоті дискретизації, яка, однак, є достатньою для визначення імпульсу ППЦ (рис. 3.123). Таке використання не призводить до зменшення загальної максимальної частоти дискретизації.

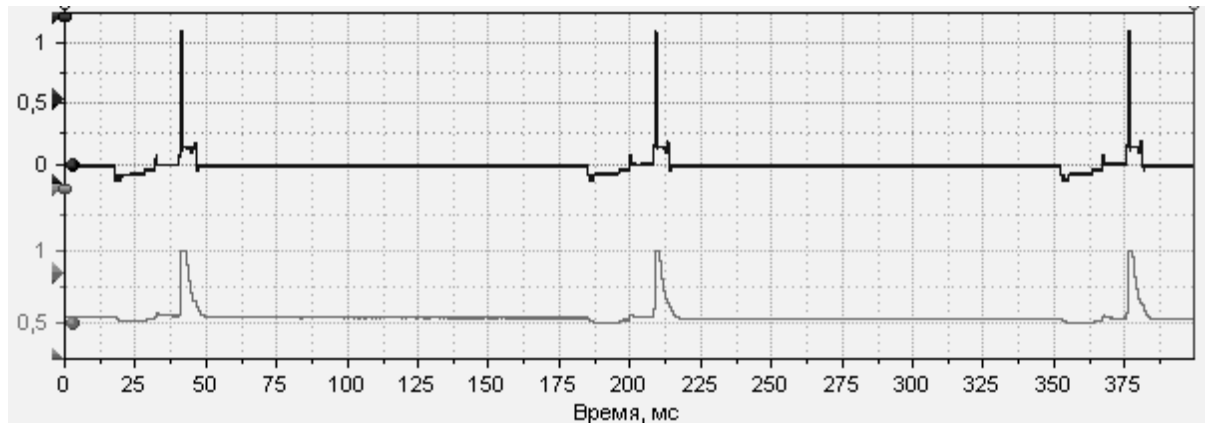


Рис. 3.123. Робота логічного каналу в режимі аналогового

Для синхронізації власне рекомендують використовувати логічний канал тестера *MT-Pro* в режимі аналогового, оскільки в такому разі є можливість визначити ППЦ в автоматичному режимі (без участі користувача), а також забезпечити стабільну синхронізацію на різних режимах роботи двигуна.

У заголовку закладки логічного каналу виводяться інформація про чотири його можливих стани:

- 1) логічний канал використовується як компаратор (рис. 3.124), автоматичне визначення ППЦ заборонене. Принцип роботи логічного каналу як компаратора полягає у наступному – вихід логічного каналу відповідатиме логічній одиниці, якщо значення вхідної напруги буде перевищувати задане для порівняння граничне значення, і відповідатиме логічному нулю у протилежному разі;
- 2) логічний канал використовується як аналоговий, автоматичне визначення ППЦ заборонене;
- 3) логічний канал використовується як компаратор, автоматичне визначення ППЦ дозволено;

- 4) логічний канал використовується як аналоговий, автоматичне визначення ППЦ дозволено.

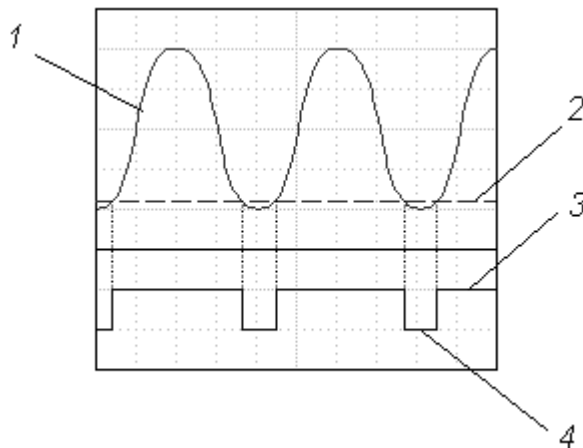


Рис. 3.124. Робота логічного каналу в режимі компаратора:

1 – вхідний сигнал; 2 – задане граничне значення вхідного сигналу;
3 – вихідний сигнал (логічна одиниця); 4 – вихідний сигнал (логічний нуль)

Щоб уможливити використання логічного каналу як низькочастотного аналогового каналу необхідно встановити відповідний прапорець на закладці логічного каналу панелі управління каналами (рис. 3.125).

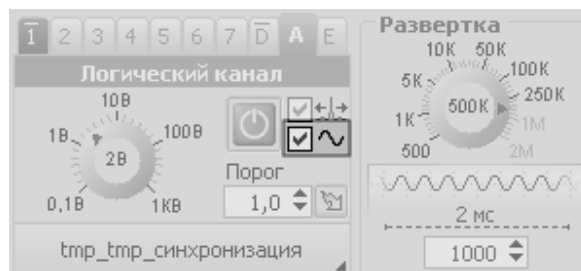


Рис. 3.125. Встановлення прапорця використання логічного каналу в режимі аналогового на закладці логічного каналу панелі управління каналами

Автоматичне налаштування логічного каналу проводять при включеному двигуні, який працює на холостих обертах.

Можливі два режими автоматичного налаштування:

- 1) автоматичне визначення ППЦ перед кожним початком процесу реєстрації в режимі самописця. Цей режим використовують, коли є необхідність часто змінювати давач синхронізації або джерело сигналу для визначення ППЦ (наприклад, у разі обслуговування інтенсивного потоку замовлень автомобілів різних марок);
- 2) ручний запуск автоматичного визначення ППЦ. Цей режим доцільно використовувати для діагностування різних систем одного й того ж автомобіля.

У разі використання першого режиму потрібно клацнути на кнопці команди автоматичного визначення ППЦ (рис. 3.126), зафіксувавши її в увімкненому стані.

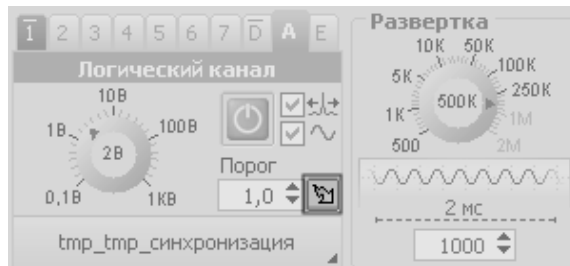


Рис. 3.126. Виклик команди автоматичного визначення ППЦ перед кожним запуском на закладці логічного каналу панелі управління каналами

Другий режим негайно запускає процес автоматичного визначення ППЦ. Для цього потрібно клацнути на кнопці команди автоматичного визначення ППЦ панелі управління каналами, утримуючи клавішу <Ctrl>.

Для налаштування синхронізації під час діагностування *COP*-системи запалювання застосовують індуктивний давач синхронізації $L \times 1$, який встановлюють на котушку запалювання першого циліндра поруч з давачем $L \times 4$ (рис. 3.127). Точне розташування давача синхронізації не є визначальним, оскільки його призначення полягає лише у визначенні імпульсу пробивання іскрового проміжку.

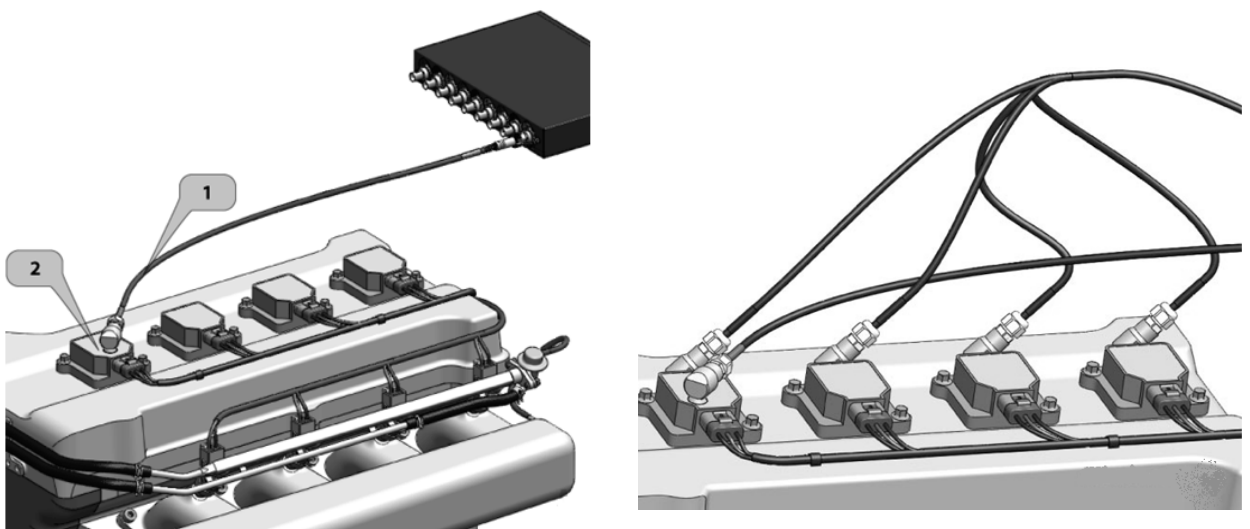


Рис. 3.127. Встановлення давача синхронізації на котушку *COP*-системи запалювання:

1 – давач синхронізації $L \times 1$; 2 – індивідуальна котушка запалювання 1-го циліндра

Якщо для синхронізації неможливо використати 1-й циліндра, то можна вибрати будь-який циліндр, однак у такому разі у діалоговому вікні аналізу вторинної напруги панелі підключення в списку циліндрів слід вказати номер вибраного циліндра (рис. 3.128).

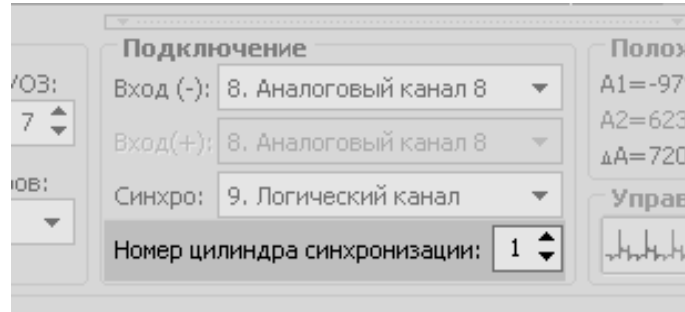


Рис. 3.128. Вказання номера циліндра, який буде використано для синхронізації, на панелі підключення програмного забезпечення тестера *MT-Pro*

Після монтажу всіх датчиків на котушках, рекомендують під'єднати роз'єм датчика $L \times 4$ до 8-го аналогового каналу, а роз'єм датчика $L \times 1$ – до логічного каналу осцилографа.

Сигнал синхронізації можна також отримати, використовуючи первинний ланцюг системи запалювання. Для цього застосовують вимірювальний щуп з голкою. Роз'єм котушки запалювання має щонайменше два виводи для підключення, один з яких є керуючим. Власне до цього виводу слід під'єднати вимірювальний щуп (рис. 3.129).

Синхронізацію можна виконати, використовуючи також сигнал керування форсункою. Однак, у такому випадку слід брати до уваги певні особливості:

- ✓ такий спосіб синхронізації можна застосувати лише для ДВЗ з системами фазованого впорскування палива;
- ✓ слід враховувати, що деякі системи подачі палива можуть змінювати режим впорскування на попарно-паралельний або одночасний залежно від режиму роботи двигуна;
- ✓ переважно (однак не завжди) впорскування палива форсункою відбувається на фазі випуску перед відкриттям впускного клапана, що відповідає

зміщенню $\approx 360^\circ$ від моменту іскроутворення. Таким чином, для визначення ППЦ за імпульсом запалювання у 1-му циліндрі необхідно під'єднати щуп до форсунки циліндра, який працює в протифазі з 1-м циліндром. Наприклад, для 4-х циліндрового двигуна з порядком роботи циліндрів 1-3-4-2, щуп слід під'єднати до 4-ої форсунки, а в налаштуваннях програми аналізу слід залишити 1-ий циліндр (вказаний за згодою). Якщо ж для синхронізації щуп під'єднаний до роз'єму 1-ої форсунки, то в налаштуваннях програми аналізу (рис. 3.128) слід вибрати 4-ий циліндр.

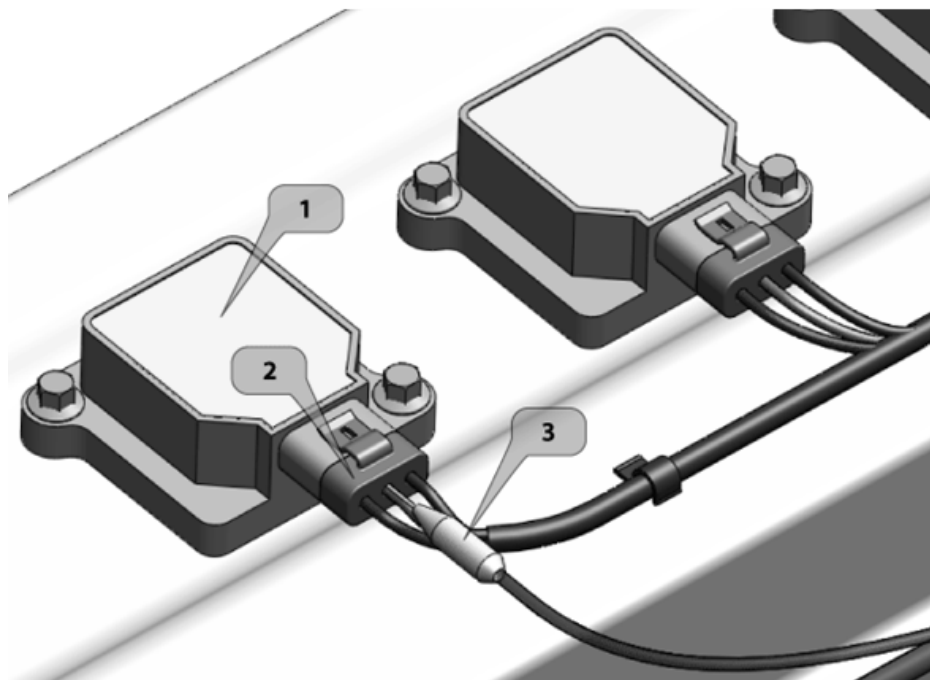


Рис. 3.129. Під'єднання вимірювального щупа до індивідуальної котушки запалювання:

*1 – індивідуальна котушка запалювання 1-го циліндра; 2 – роз'єм котушки запалювання;
3 – вимірювальний щуп з голкою*

Для синхронізації використовують вимірювальний щуп з голкою. Роз'єм форсунки має два виводи для під'єднання, один із яких є керуючим. Власне до цього виводу необхідно під'єднати вимірювальний щуп (рис. 3.130).

Таким чином отримують осцилограму вторинної напруги з ППЦ (рис. 3.131), за результатами аналізу якої визначають технічний стан елементів СОР-системи запалювання.



Рис. 3.130. Під'єднання вимірювального щупа до форсунки:
1 – форсунка; 2 – вимірювальний щуп з голкою

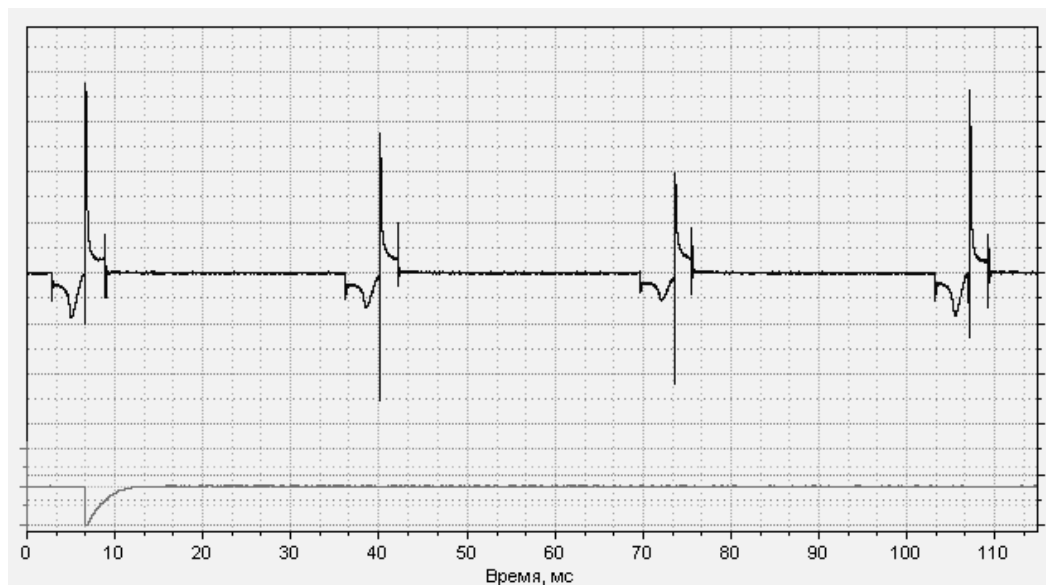


Рис. 3.131. Осцилограма вторинної напруги *COP*-системи запалювання

Під час діагностування ***DIS-систем запалювання*** слід враховувати, що іскроутворення під час роботи ДВЗ відбувається одночасно у двох циліндрах. Висока напруга до свічок запалювання у цих циліндрах підводиться від двох протилежних виводів вторинної обмотки однієї й тієї ж котушки запалювання. Яке наслідок, полярність імпульсів високої напруги на свічках запалювання цих циліндрів буде протилежною. Окрім того, вторинний ланцюг котушки запалювання не є заземленим (рис. 3.132, *a*), а тому, щоб отримати якісну осцилограму, слід використовувати адаптер запалювання (диференціальний вхід мотор-тестера).

Для діагностування *DIS*-системи запалювання використовують комплект ємнісних високовольтних давачів *DIS-4* (для 4-х циліндрових двигунів) або *DIS-6* (для 6-ти і 4-х циліндрових двигунів). Під'єднувати високовольтні давачі під час діагностування необхідно з урахуванням полярності сигналу.

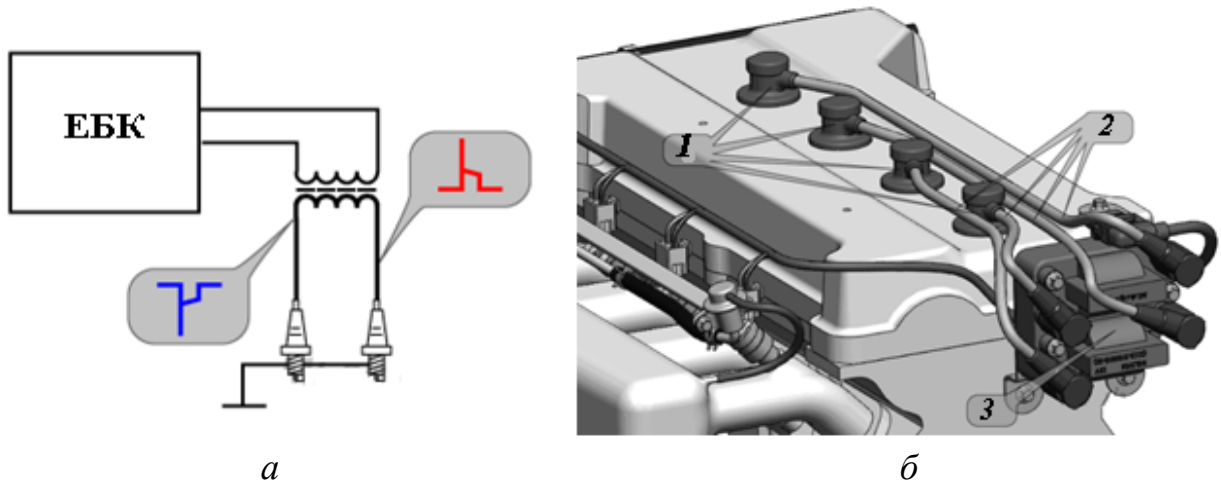


Рис. 3.132. Принципова схема (а) і будова (б) *DIS*-системи запалювання:

1 – свічні ковпачки; 2 – високовольтні проводи; 3 – котушка запалювання з вбудованим комутатором

Для швидкого визначення полярності використовують спеціальний детектор полярності, що входить в комплект тестера *MT-Pro* (рис. 3.133).



Рис. 3.133. Детектор полярності

Спочатку необхідно натиснути кнопку включення детектора (рис. 3.134). При цьому короткочасно загоряться два індикатори (синій і червоний), що вказує на справність детектора.

Далі детектор по черговому підносять до високовольтних проводів двигуна, що працює на холостому ході. За наявності в проводі імпульсів високої напруги, починає блимати індикатор відповідного кольору. Індикатор червоного кольору вказує на додатну полярність (рис. 3.134), а синього – на від'ємну.

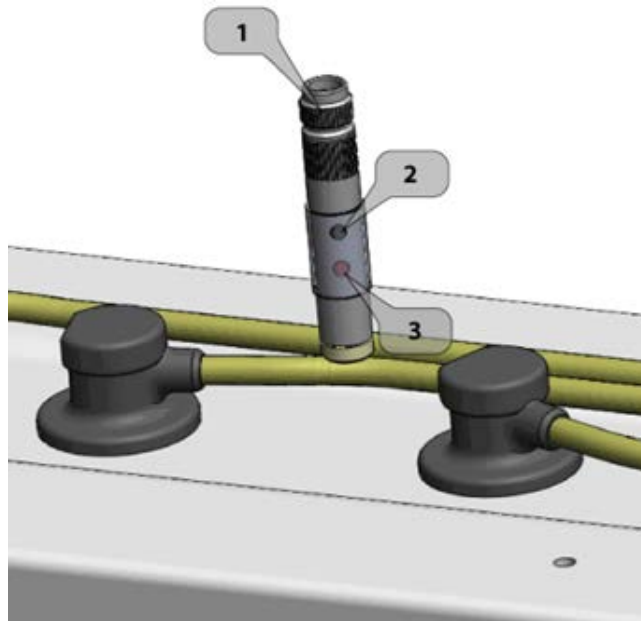


Рис. 3.134. Визначення полярності іскри (визначена додатна полярність):

1 – детектор полярності; 2 – кнопка включення детектора; 3 – індикатор

З урахуванням визначеної полярності, до проводів високої напруги під'єднують відповідно позначені (червоний колір – додатна полярність, а синій – від'мна) ємнісні давачі *DIS-4* або *DIS-6* (рис. 3.135).

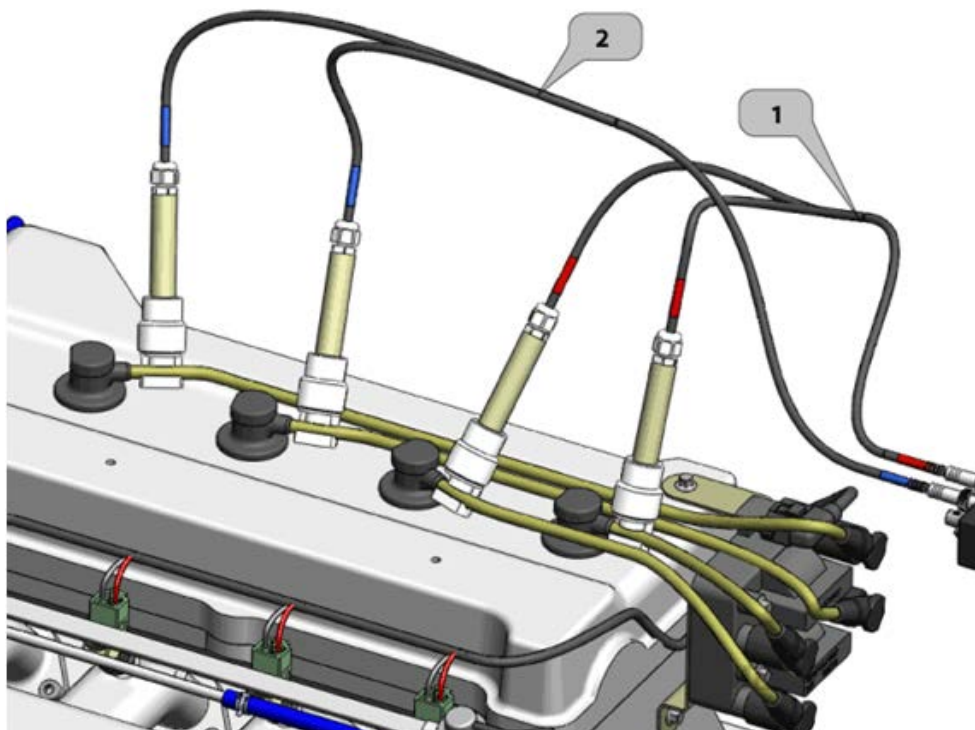


Рис. 3.135. Під'єднання високовольтних давачів до проводів *DIS*-системи запалювання з урахуванням результатів визначення полярності:

1 – давачі для високовольтних проводів додатної полярності (червоного кольору); 2 – давачі для високовольтних проводів від'мної полярності (синього кольору)

Давачі бажано під'єднувати ближче до котушки запалювання. Якщо цю рекомендацію виконати складно, то всі давачі слід розташовувати однаково: або ближче до свічок запалювання, або ж ближче до котушки запалювання.

Для синхронізації *DIS*-системи запалювання використовують ємнісний давач синхронізації *C*×1. Цей давач встановлюють на високовольтний провід свічки запалювання 1-го циліндра (рис. 3.136).

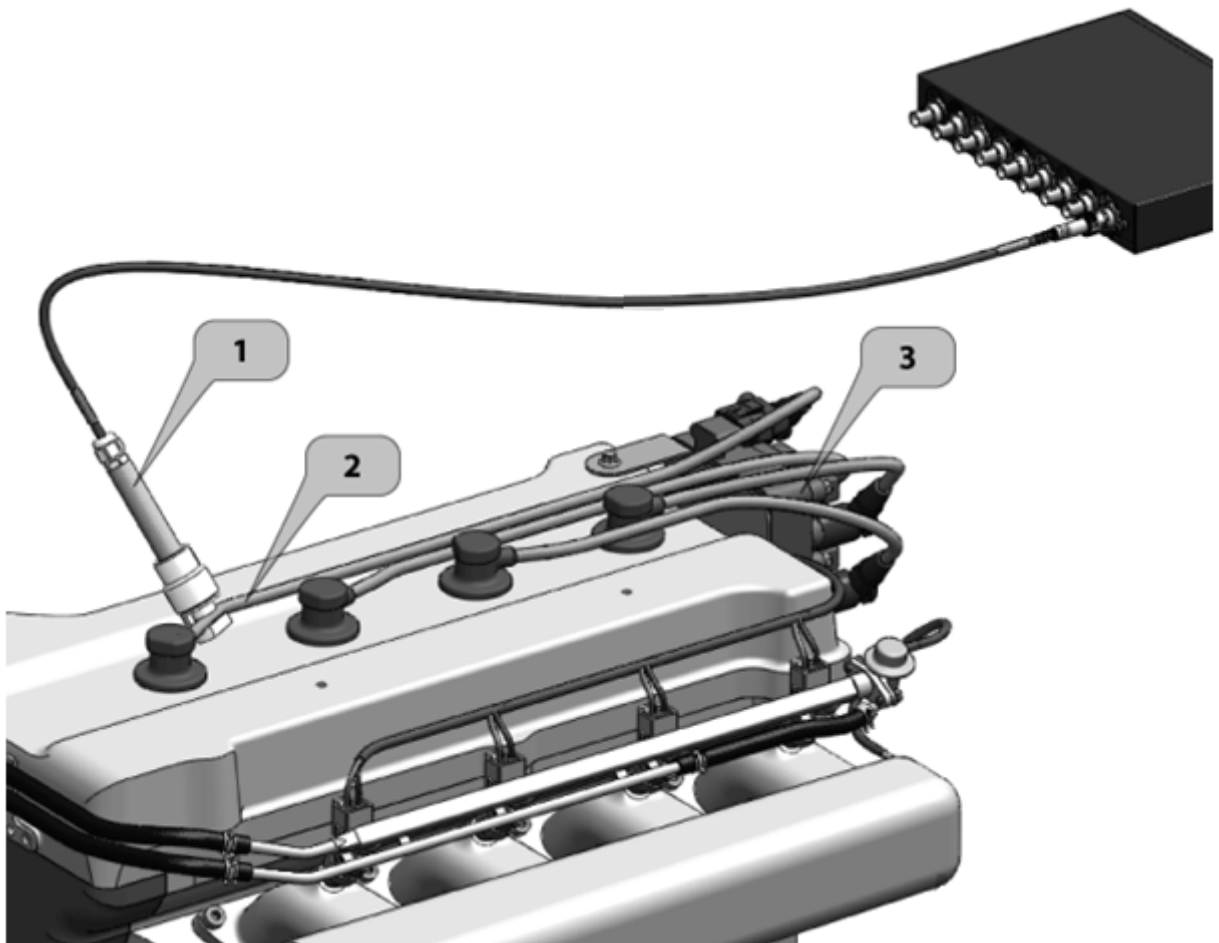


Рис. 3.136. Встановлення давача синхронізації для *DIS*-системи запалювання:

1 – давач синхронізації *C*×1; 2 – високовольтний провід 1-го циліндра;
3 – котушка запалювання

Як зазначалось, особливістю *DIS*-системи запалювання є те, що іскра в кожному циліндрі виникає двічі за один робочий цикл (робоча і «холоста» іскра). Це може стати причиною появи на осцилограмі двох ППЦ (рис. 3.137): дійсної і неправдивої («лже»-ППЦ).

Як правило, дійсна позначка має більшу тривалість, ніж неправдива, а тому програма під час аналізу сигналів ігнорує «лже»-ППЦ. Візуально сигнал дійсної позначки ППЦ є на осцилограмі ширшим.

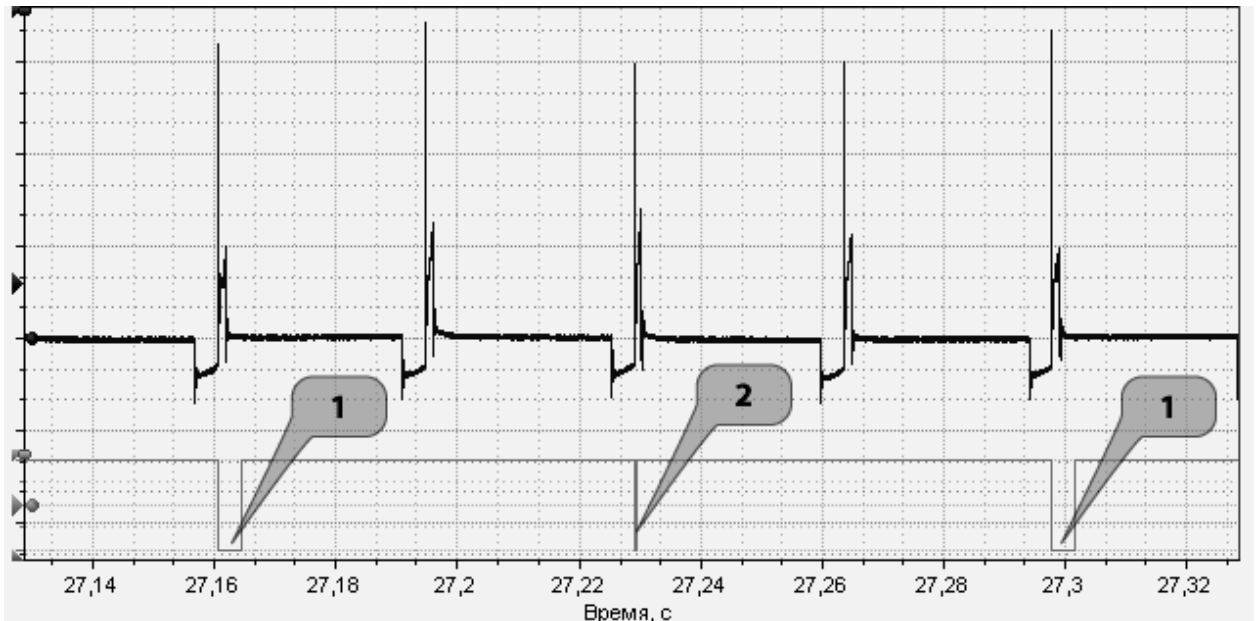


Рис. 3.137. Виникнення двох ППЦ на осцилограмі:
1 – дійсна ППЦ; 2 – неправдива ППЦ

Якщо високовольтний імпульс першого циліндра має додатну полярність та отримує значний імпульс від'ємної полярності в момент заряджання, то вид ППЦ може бути «розщепленим» (рис. 3.138).

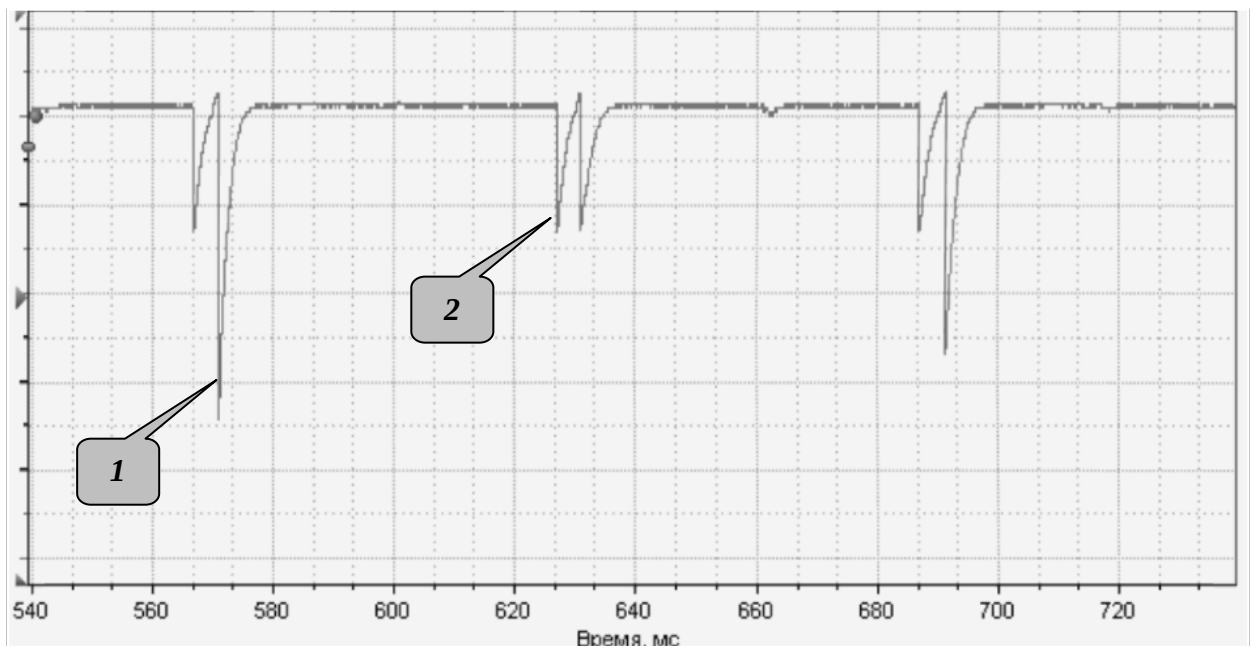


Рис. 3.138. «Розщеплений» вид ППЦ:
1 – дійсна ППЦ; 2 – неправдива ППЦ

Високовольтні давачі, які позначені червоним кольором, необхідно під'єднати до 7-го каналу тестера, а давачі, які позначені синім кольором, – до 8-го каналу (рис. 3.139).

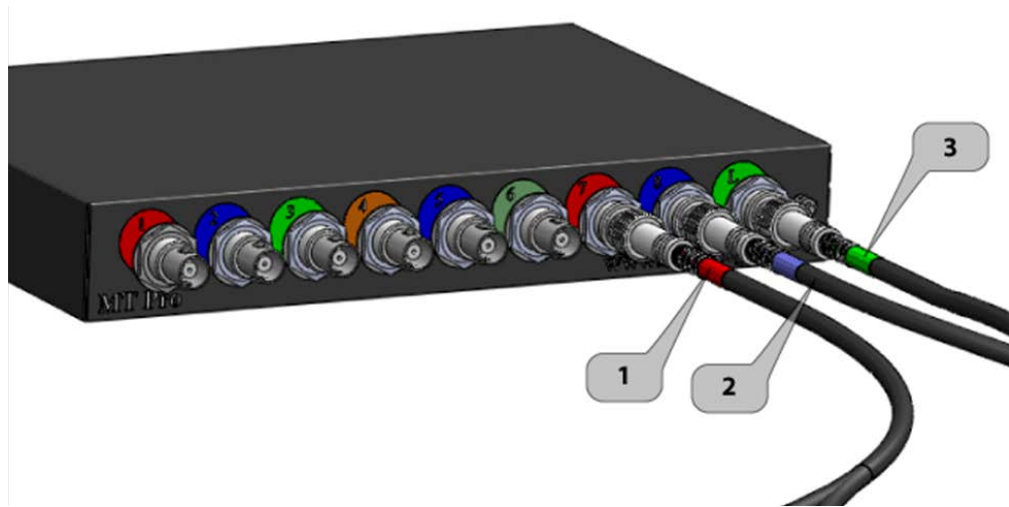


Рис. 3.139. Під'єднання високовольтних давачів до мотор-тестера *MT-Pro*:

1 – давачів додатної полярності; 2 – давачів від'ємної полярності; 3 – давача синхронізації

Всі налаштування програмного забезпечення тестера в меню робочого оточення слід вибрати «Вторинна напруга», а в наступному підменю «*DIS*» (рис. 3.140).

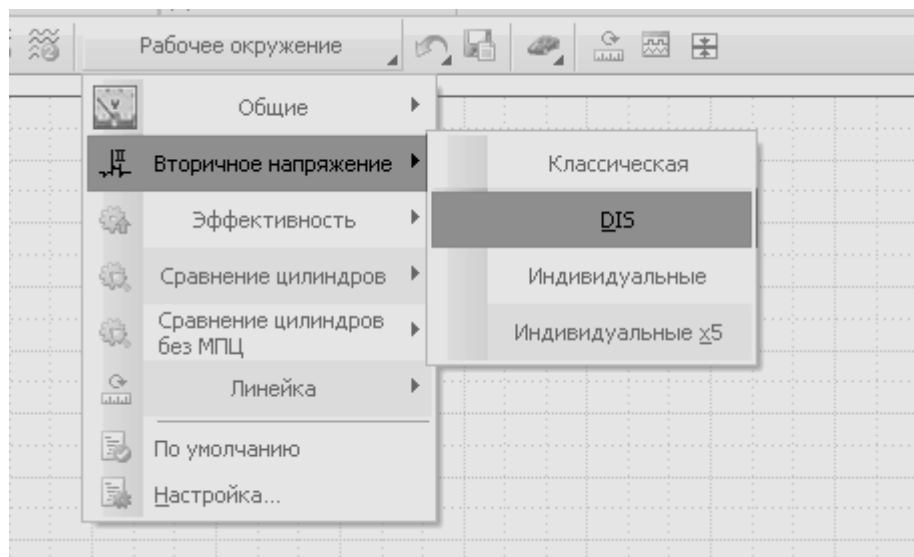


Рис. 3.140. Вибір робочого оточення

Після вибору робочого оточення програма автоматично перейде в вікно аналізу вторинної напруги. Щоб розпочати аналіз необхідно натиснути кнопку «Пуск» (рис. 3.141).

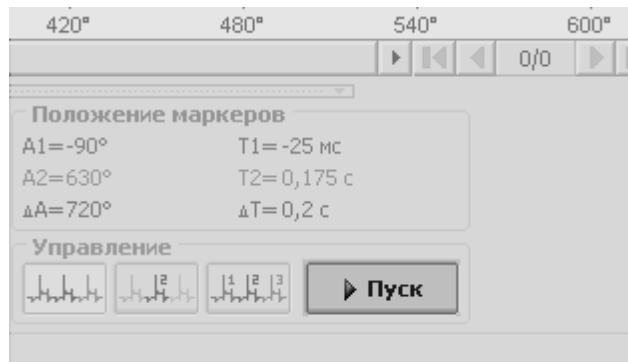


Рис. 3.141. Запуск аналізу сигналу вторинної напруги

У разі виникнення проблем з аналізом, необхідно перевірити справність високовольних давачів і правильність їх під'єднання за осцилограмою. Для цього потрібно зупинити аналіз і перейти на закладку «Осцилограф».

Для діагностування *DIS*-системи запалювання в тестері передбачено адаптер запалювання, який визначає різницю сигналів додатних і від'ємних високовольних давачів. За рахунок цього можна отримати осцилограму, яка візуально буде аналогічною до осцилограми вторинної напруги класичної системи запалювання (рис. 3.142). Кількість високовольних імпульсів між ППЦ (без урахування «лже»-ППЦ) повинна відповідати кількості циліндрів ДВЗ, що діагностується.

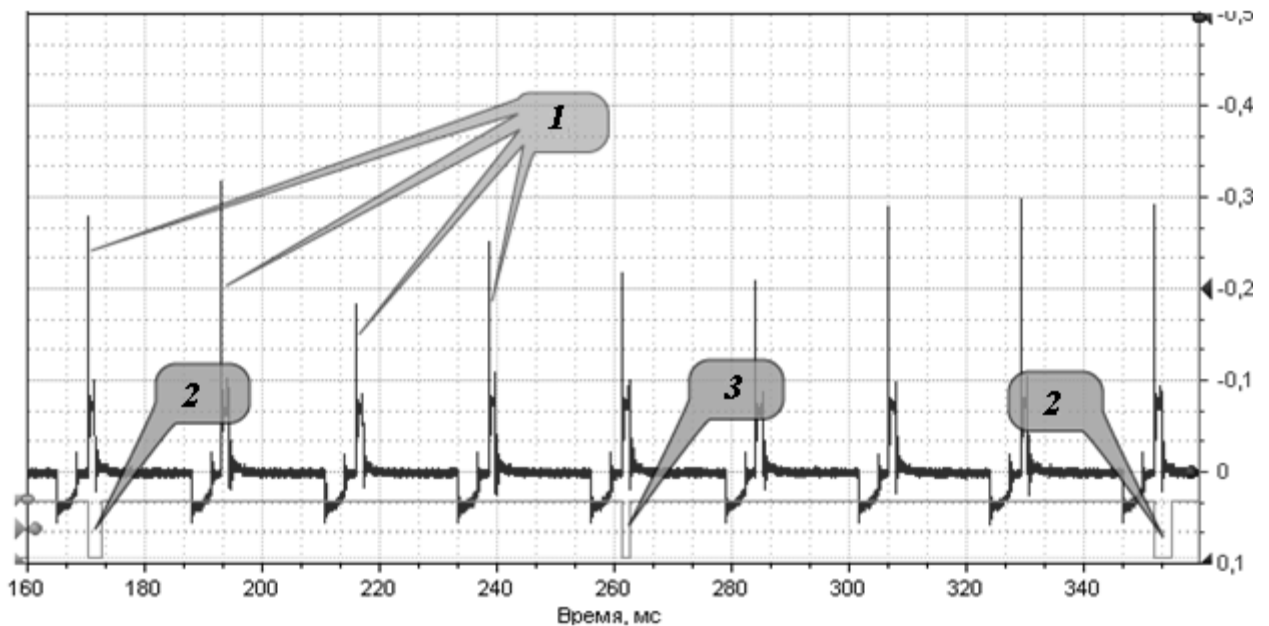


Рис. 3.142. Осцилограма вторинної напруги *DIS*-системи запалювання (адаптер запалювання увімкнено):

1 – імпульси високої напруги; 2 – ППЦ; 3 – «лже»-ППЦ

Адаптер запалювання – це псевдодиференціальний підсилювач. Кнопка управління режимом роботи підсилювача знаходиться на панелі налаштування 8-го каналу (рис. 3.143). За допомогою цієї кнопки можна встановити звичайний або диференціальний режим роботи 7-го і 8-го каналів, а також увімкнути додатковий апаратний підсилювач ($\times 5$). У разі використання диференціального режиму 7-ой канал рекомендують вимкнути.

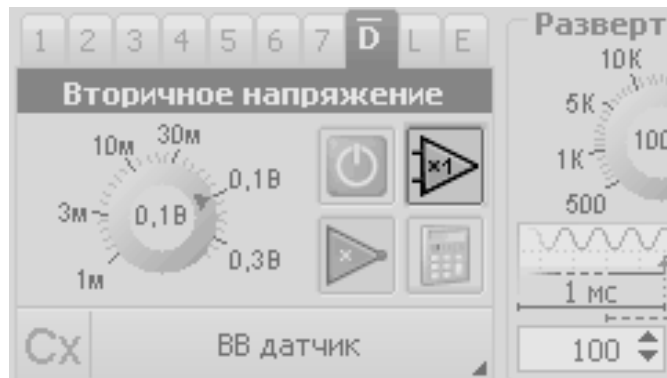


Рис. 3.143. Кнопка увімкнення адаптера запалювання

Залежно від вибраного режиму кнопка та заголовок вкладки будуть змінюватись:

-  **8** – вимкнено адаптер і додатковий підсилювач;
-  **D** – адаптер увімкнено, додатковий підсилювач вимкнено;
-  **8↑** – адаптер вимкнено, додатковий підсилювач увімкнено;
-  **D↑** – увімкнено адаптер і додатковий підсилювач.

У разі виникнення труднощів під час аналізу осцилограми, потрібно перевірити відповідність сигналу на виході датчиків. Для цього необхідно вимкнути адаптер запалювання, включити 7-й канал і повторно записати осцилограму вторинної напруги. У такому режимі на екрані будуть відображатись як робочі, так і холості іскри. Слід звернути увагу, що імпульси вторинної напруги на 7-му каналі повинні мати лише додатну полярність, а на 8-му – лише від'ємну (рис. 3.144).

У випадку чергування полярності імпульсів запалювання на одному каналі необхідно повторити процедуру визначення полярності.

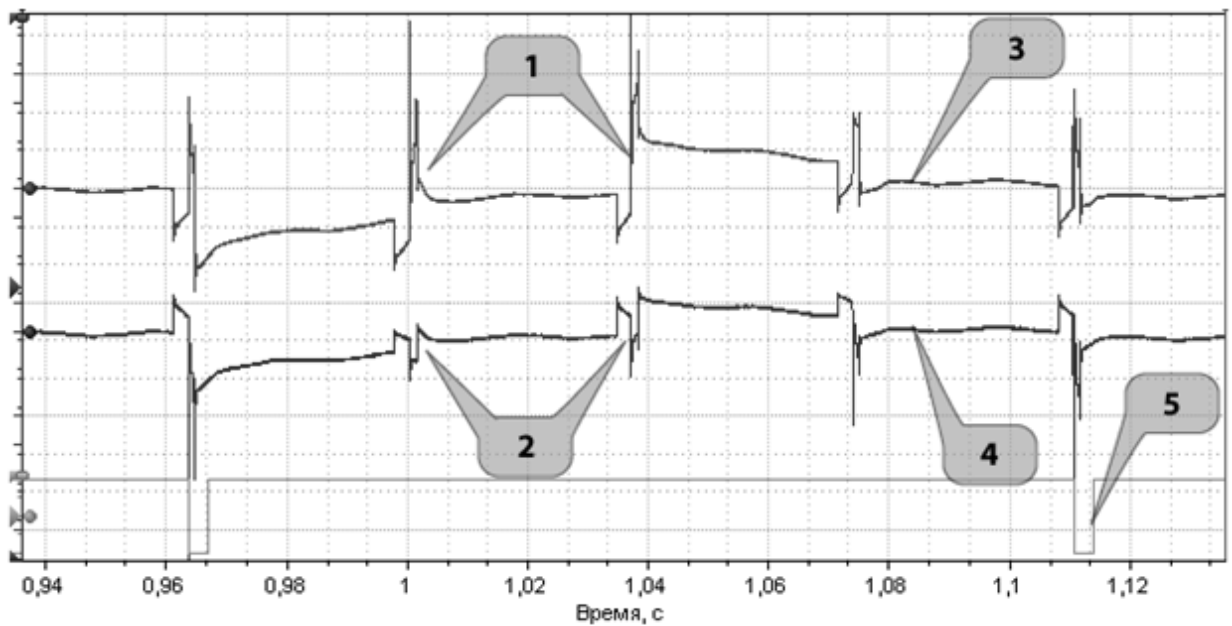


Рис. 3.144. Осцилограма вторинної напруги *DIS*-системи запалювання (адаптер запалювання вимкнено):

1 – робочі іскри; 2 – холості іскри; 3 – додатна полярність (7-й канал); 4 – від'ємна полярність (8-й канал); 5 – ППЦ

Під час аналізу осцилограми вторинної напруги слід враховувати, що оскільки в *DIS*-системі запалювання одна котушка працює на два циліндри, тому несправності одного циліндра будуть одночасно проявлятися і для другого.

Після технічного обслуговування приладів системи запалювання встановлюють початковий кут випередження запалювання.

3.9. Ремонт розподільників

Ремонт розподільника розглянемо на прикладі безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним давачем.

Послідовність розбирання розподільника контактної системи запалювання (див. рис. 3.37) під час ремонту наступна:

- зняти кришку 7 та бігунок 11, зняти провід низької напруги;
- відкрутити гвинти кріплення статора 13 і зняти його;
- зняти повстятий гніт і відкрутити гвинт;
- зняти вакуумний регулятор 6;

- відкрутити гвинти і зняти опору статора 14 з підшипником 15;
- зняти пружини та рухому пластину відцентрового регулятора 16;
- вибити штифт з'єднувального шипа й зняти валик.

Після розбирання деталі очищають, промивають у бензині та обдувають стиснутим повітрям.

Корпус розподільника виготовляють із чавуну СЧ-15 або СЧ-18. Основні дефекти корпусу подані на рис. 3.145.

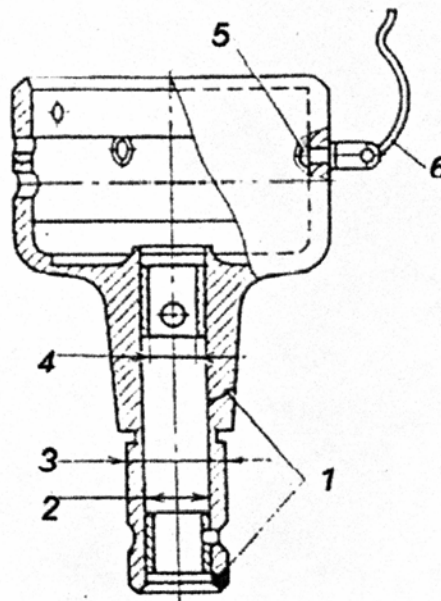


Рис. 3.145. Дефекти корпусу розподільника Р4

Обломи й тріщини 1 є ознакою вибракування цієї деталі. Зломані або послаблені пружини 6 кришок замінюють. Послаблені заклепки 5 кріплення скоби пружини переклепують. Знос втулки 4 відновлюють її заміною з наступним розвертанням до номінального розміру. Втулки в корпус запресовують з натягом 0,02...0,05 мм. Нові металокерамічні втулки перед запресуванням у корпус витримують в індустріальному маслі впродовж 2 годин при температурі 180...190 °С. Зношений отвір під втулку 2 розвертають під ремонтний розмір із наступним встановленням втулки ремонтного розміру. Зношений хвостовик ремонтують встановленням додаткової ремонтної деталі або ж залізненням із наступною обробкою в обидвох випадках до номінального розміру.

Основні дефекти **кришки розподільника** подані на рис. 3.146.

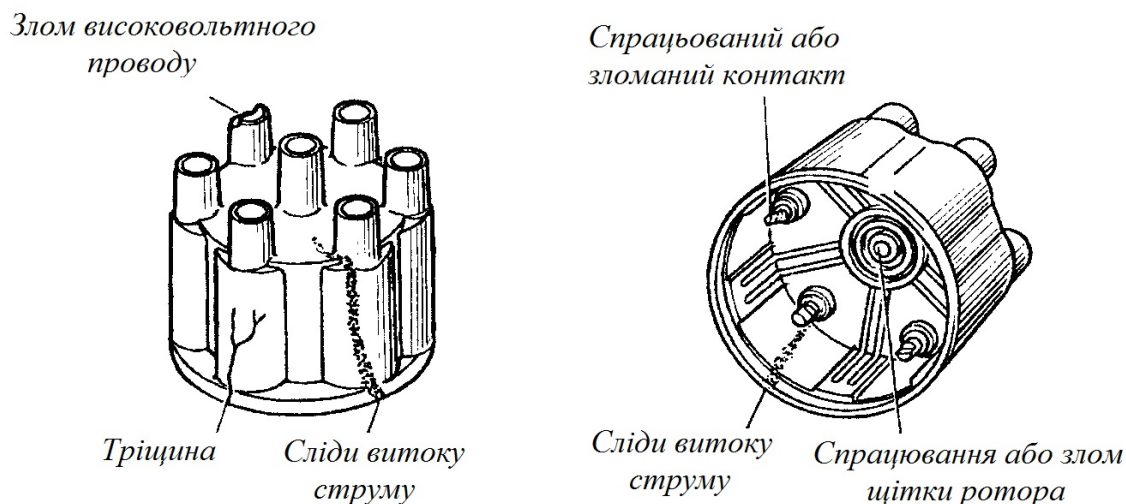


Рис. 3.146. Основні дефекти кришки розподільника

У разі наявності суттєвих дефектів зношені кришки розподільника замінюють новими разом із ротором.

Під час ремонту необхідно ретельно протерти кришку розподільника, щоб на поверхні не залишилось слідів масла та води.

Перед встановленням кришку розподільника слід відполірувати, що забезпечує зменшення вірогідності витоків струму у вологу погоду.

Валик розподільника виготовляють зі сталі А20, а пластини – зі сталі 10. Основні дефекти валика подані на рис. 3.147.

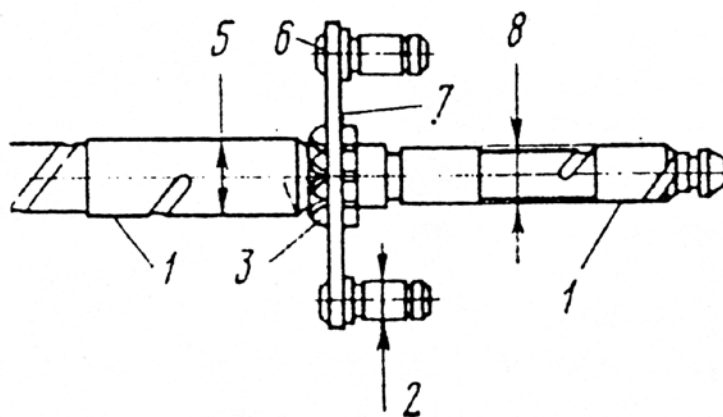


Рис. 3.147. Дефекти валика розподільника Р4

Зігнутість валика 1 усувають правкою на плиті. Зігнутість пластин вантажів 7 також усувають правкою. Послаблення посадки пластини 3

ремонтують чеканкою, а *послаблення кріплення осей вантажів 6 та знос осей по діаметру 2* – шляхом їх заміни. *Знос валика під втулку кулачка 8* відновлюють заміною з наступним шліфуванням до номінального розміру. *Знос та задири шийки під втулку корпуса 5* відновлюють заміною або хромуванням з наступним шліфуванням під ремонтний розмір. *Місцевий знос установочного штифта 4* ремонтують наплавкою з наступним фрезеруванням.

Для перевірки справності діафрагми **вакуумного регулятора** його занарюють в воду, а через впускний кран подають повітря під тиском 300...400 кПа (рис. 3.148). Наявність бульбашок свідчить про несправність діафрагми або нещільне її завальцьовування.

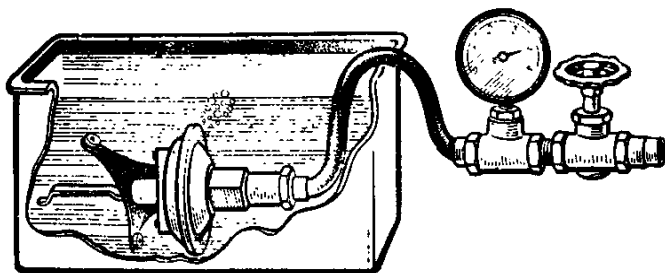


Рис. 3.148. Випробування вакуумного регулятора

Для заміни пошкодженої діафрагми вакуумний регулятор встановлюють в оправку 1, закріплену в патроні токарного верстата, а в отвір під штуцер вводять конус обертового центра 4 (рис. 3.149, а). Щоб не пошкодити різьбу, використовують перехідник з каліброваним отвором під конус центра. Включають обертання патрона та за допомогою спеціального різьця 5 розвальцьовують буртик.

Виямають діафрагму разом з тягою і спилують головку заклепки, що з'єднує фігурні шайби, діафрагму та тягу. Пошкоджену діафрагму замінюють новою та складають вузол, використовуючи нову заклепку.

Тягу з новою діафрагмою, закріпленою фігурними шайбами, встановлюють між кронштейном і кришкою регулятора, а регулятор закріплюють в оправці 1 верстата, підтискають обертовим центром 4 і завальцьовують за допомогою ролика 6 (рис. 3.149, б).

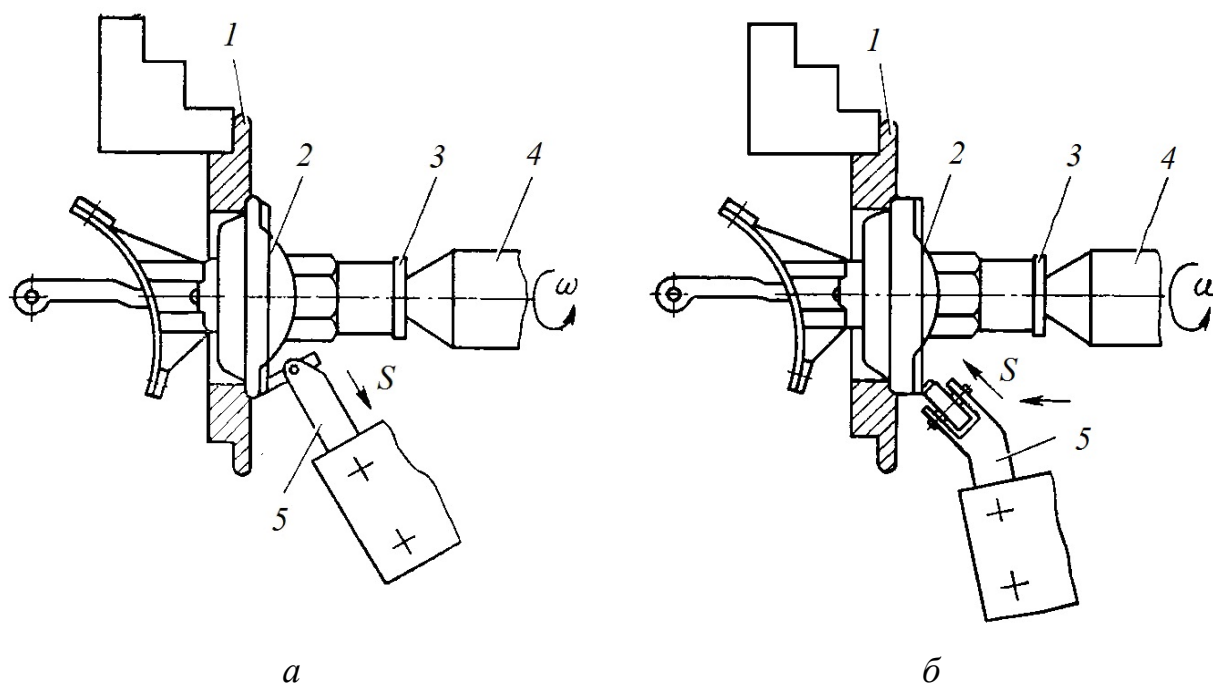


Рис. 3.149. Заміна діафрагми вакуумного регулятора

Пошкоджену пружину вакуумного регулятора замінюють новою.

Після ремонту слід обов'язково перевірити характеристику вакуумного регулятора (див. п.).

Розподільник складають у послідовності, оберненій до розбирання. Перед складанням усі тертьові поверхні деталей (валик, підшипник тощо) змащують мастилом ЦИАТИМ-221. Під час складання необхідно відрегулювати осьовий люфт валика й ротора за допомогою регулювальних шайб. За допомогою текстолітових шайб слід забезпечити спів падання контактів з точністю 0,25 мм.

Розподільник обкатують-випробовують на стендах К295 або К297.

Обкатування проводять впродовж 30 хв при регламентованій частоті обертання валика n .

Під час випробування перевіряють:

- безперебійність іскроутворення при частоті обертання валика n ;
- рівномірність чергування іскор;
- роботу відцентрового регулятора випередження запалювання;
- роботу вакуумного регулятора випередження запалювання;

- герметичність вакуумного регулятора випередження запалювання;
- натяг пружини розподільника. Вимірювання здійснюються по осі контактів у момент їх розриву, який визначається за допомогою контрольної лампи, що послідовно з'єднана з контактами перервника;
- електричну міцність ізоляції (при підведенні змінного струму напругою $U = 220$ В до ізольованої клеми та корпусу при розімкнутих контактах перервника не повинно бути пробивання ізоляції чи іскріння на її поверхні).

3.10. Будова, призначення, технічне обслуговування та ремонт магнето

Основним вузлом системи запалювання пускових двигунів тракторів є магнето. Магнето високої напруги – це комплексний прилад, який поєднує функції генератора змінного струму, трансформатора, перервника та, для багатоциліндрових пускових двигунів, розподільника струму.

На осердя 5 трансформатора (рис. 3.150, *а*) намотана первинна обмотка 3 зі 150...235 витками товстого ізольованого дроту ($\varnothing 0,7...1,0$ мм) і вторинна обмотка 4 із 11000...13000 витків тонкого ізольованого дроту ($\varnothing 0,07$ мм). Один кінець первинної обмотки 3 з'єднаний з сердечником 5 (з “масою”), а інший – з ізольованим рухомим контактом 10 перервника, який постійно притискається пластинчастою пружиною до нерухомого контакту 11 перервника. Один кінець вторинної обмотки 4 приєднаний до первинної обмотки 3 і через неї з'єднаний з масою, а інший кінець вторинної обмотки з'єднаний з проводом високої напруги, який йде до свічки запалювання пускового двигуна 7.

За кожен оберт ротора 8 (постійного дво полюсного магніта) через осердя 5 і між стійками 2 ротора двічі проходить магнітний потік, змінний за значенням і напрямом (рис. 3.150, *б*). Зміна магнітного потоку в осерді 5 індукує в первинній обмотці 3 змінну електрорушійну силу. Тому при замкну-

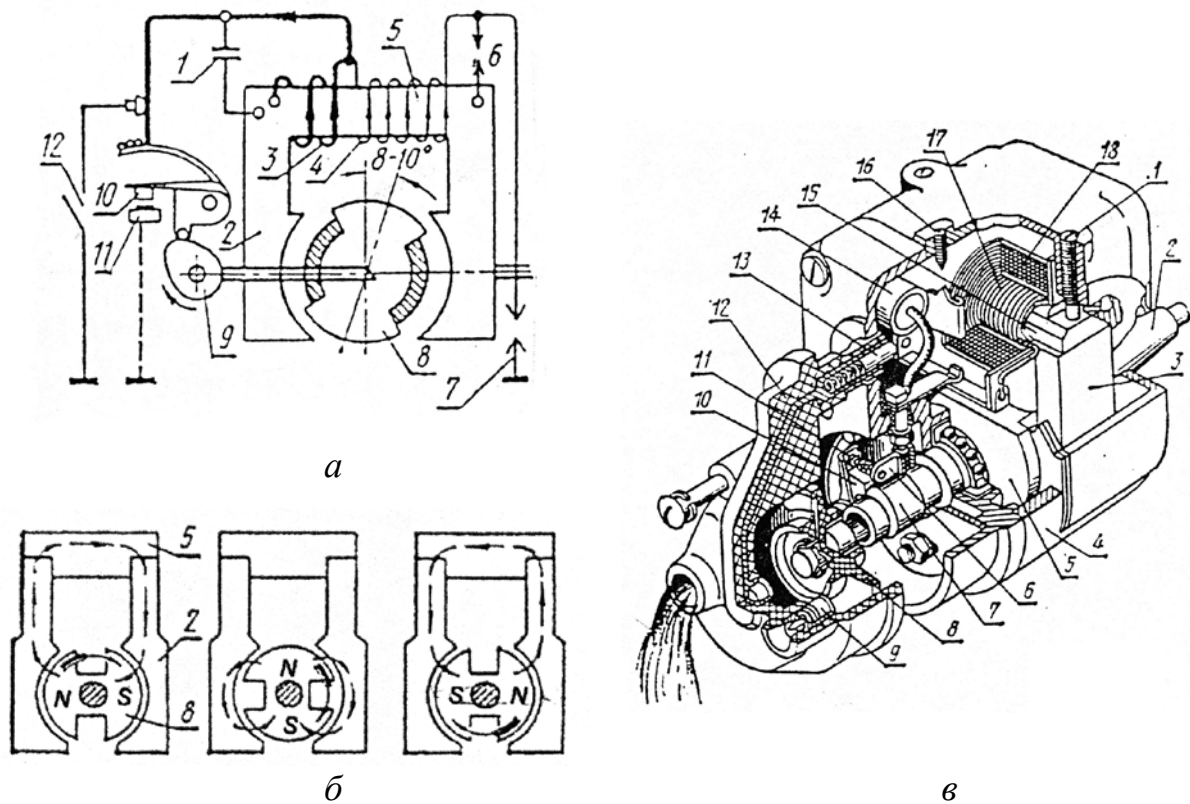


Рис. 3.148. Магнето:

а – схема магнето; б – схема утворення змінного магнітного потоку;

*1 – конденсатор; 2 – стійка; 3, 4 – первинна та вторинна обмотки; 5 – сердечник;
6 – запобіжник; 7 – свічка запалювання; 8 – ротор-магніт; 9 – кулачок; 10, 11 – рухомий
та нерухомий контакти перервника; 12 – ключ запалювання;*

в – загальний вигляд:

*1 – гвинт; 2 – вал; 3 – стійка; 4 – корпус; 5 – ротор-магніт; 6 – стійка; 7 – кулачок;
8 – бігунок; 9 – електрод вивода; 10 – важіль перервника; 11 – рухомий контакт;
12 – кришка розподільника; 13 – струмознімач; 14 – конденсатор; 15 – осердя;
16 – запобіжник; 17, 18 – первинна та вторинна обмотки*

тих контактах 10 і 11 у первинній обмотці з'являється змінний струм невисокої напруги, який створює навколо первинної обмотки 3 змінне магнітне поле, в якому знаходиться вторинна обмотка 4.

Щоразу, коли струм у первинній обмотці 3 досягає максимального значення, кулачок 9, який обертається разом із ротором 8, роз'єднує контакти 10 і 11 перервника, і магнітне поле, створене струмом низької напруги, зникає. Внаслідок цього у вторинній обмотці виникає електрорушійна сила самоіндукції 20...24 кВ, яка достатня для створення іскрового розряду між електродами свічки запалювання 7.

Конденсатор 1 (рис. 3.150, а) виконує ті ж функції, що й в контактній системі запалювання. Запобіжник 6 призначений для захисту вторинної обмотки від пробую.

Основними несправностями магнето є розмагнічування ротора, замикання та обрив обмоток, пошкодження ізоляції, знос деталей.

Технологію ремонту розглянемо на прикладі магнето М-124Б.

Рівень намагніченості ротора визначають за допомогою магнітометра МД-4. Магнітний потік повинен бути не меншим 220 мкВб. У разі потреби ротор намагнічують на апараті НА-5 ВИМ.

Зношений валик перервника замінюють новим або відновлюють його хромуванням.

Кулачок перервника вибраковують, якщо його висота є меншою за 14,8 мм. Робоча поверхня кулачка повинна бути чистою, без задирів і рисок.

Посадочні місця під підшипники відновлюють епоксидними композиціями або ж з використанням еластомеру ГЭН-150В.

Зношені вольфрамові контакти замінюють новими, які припаюють латунню, використовуючи буру як флюс.

Ротор складеного магнето повинен провертатись без люфту й самовстановлюватись у нейтральне положення при відхиленні на невеликий кут. Ротор повинен бути у положенні, яке відповідає найбільшій швидкості зміни магнітного потоку. Для цього ротор повертають на $8...10^\circ$ від нейтрального положення в бік нормального обертання (рис. 3.151). У цей момент повинні починати роз'єднуватись контакти перервника, а розподільник струму повинен бути біля нерухомого електрода, від якого струм надходить до свічки запалювання.

Між ротором і полюсами допускається радіальний зазор 0,10...0,15 мм. Зазор між контактами перервника при роз'єднаних контактах повинен бути в межах 0,25...0,3 мм.

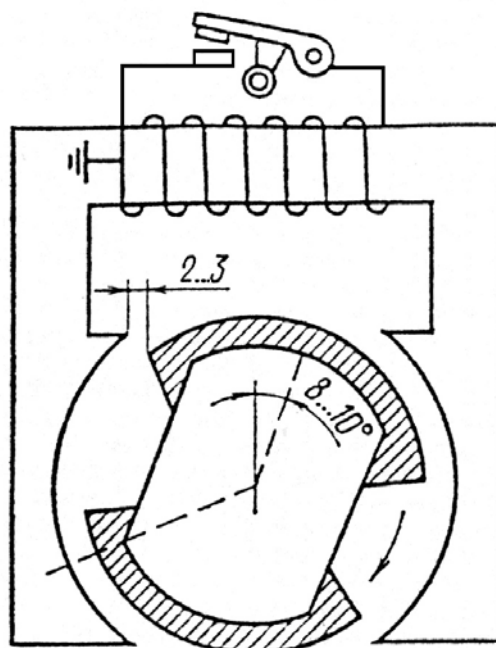


Рис. 3.151. Положення ротора магнето в момент початку роз'єднання контактів перервника

Складене магнето обкатують впродовж 10...15 хв. при частоті обертання 15...25 с⁻¹. Його випробовують на стенді КИ-968, перевіряючи іскроутворення і стан високовольтної ізоляції.

Магнето встановлюють на пусковий двигун у наступному порядку:

- від'єднують провід від свічки запалювання і викручують свічку;
- повертаючи колінвал пускового двигуна, встановлюють поршень у верхню мертву точку;
- повертають вал в зворотному напрямі, встановлюючи поршень на віддалі 6 мм до верхньої мертвої точки, що відповідає куту випередження запалювання 27°;
- встановлюють півмуфту магнето отвором вверху і вводять її в пази шестерні приводу;
- повертаючи магнето, встановлюють контакти перервника на початок роз'єднання;
- закріплюють магнето болтами та під'єднують провід до свічки запалювання.

Запитання та завдання для самоконтролю



1. Для чого призначена і як побудована контактна система запалювання двигунів?
2. Сформулюйте основні вимоги до систем запалювання сучасних двигунів.
3. Якими параметрами характеризується система запалювання ДВЗ?
4. Поясніть призначення та дайте характеристику особливостей конструкції котушок запалювання.
5. Поясніть будову і принцип роботи перервника-розподільника контактної системи запалювання.
6. Які параметри свічок запалювання слід враховувати під час їх добирання до двигунів?
7. Розшифруйте позначення свічки запалювання A17ДВ.
8. Наведіть та проаналізуйте теплову характеристику свічок запалювання.
9. Як впливає на роботу двигуна кут випередження запалювання?
10. Що таке кут замкнутого стану контактів?
11. Поясніть будову і роботу контактно-транзисторної системи запалювання.
12. Дайте порівняльну характеристику контактної та контактно-транзисторної систем запалювання.
13. Поясніть принцип дії та будову безконтактної системи запалювання з магнітоелектричним давачем.
14. Поясніть принцип дії та будову розподільника запалювання з давачем Холла?
15. Поясніть принцип дії та будову розподільника запалювання з оптичним давачем.
16. Подайте схему статичного розподілу високовольтної енергії за методом "Waste Spark".
17. У чому суть індивідуального методу статичного розподілу високовольтної енергії?
18. Поясніть принцип роботи котушки запалювання з двома високовольтними виводами.
19. Дайте загальну характеристику електронної системи керування роботою двигуна *Mono-Jetronic*.
20. Які дії обов'язково слід провести перед діагностуванням системи запалювання?
21. Подайте еталонні криві первинної та вторинної напруги в контактно-транзисторній системі запалювання.
22. Подайте характеристику основних ділянок осцилограми вторинної напруги.
23. Подайте типовий вид осцилограм справних реле-регуляторів.
24. Окресліть сферу застосування діагностичного приладу *DST2*.
25. Розкрийте технологію діагностування електронної системи керування двигуном *Mono-Jetronic*.

26. Подайте перелік операцій технічного обслуговування катушки запалювання.
27. Назвіть періодичність і зміст операцій технічного обслуговування розподільників.
28. Як впливає зміна зазору в контактах перервника на кут замкнутого стану контактів?
29. Розкрийте суть перевірки відцентрового регулятора під час технічного обслуговування.
30. Розкрийте суть перевірки вакуумного регулятора під час технічного обслуговування.
31. Дайте характеристику причин і характеру зносу свічок запалювання.
32. Як перевірити полярність напруги на свічці запалювання?
33. Наведіть перелік операцій технічного обслуговування свічок запалювання?
34. Як встановити кут випередження запалювання?
35. Як визначити кут замкнутого стану контактів за допомогою автомобільного мультиметра *УММ-2*?
36. Які основні параметри катушки запалювання можна перевірити за допомогою автомобільного мультиметра?
37. Опишіть технологію перевірки катушок запалювання за допомогою тестера *ТЛЗ-2М*.
38. Для чого використовують розрядник-тестер *ІР-2*?
39. Які зміни в осцилограмі вторинної напруги свідчать про зменшення свічкового зазору?
40. Які зміни в осцилограмі вторинної напруги є ознакою пробою ізоляції?
41. Які зміни в осцилограмі вторинної напруги свідчать про обрив високовольтного проводу?
42. Які несправності електронних систем запалювання можна виявити за допомогою тестера *DST14*?
43. Поясніть структуру основних і додаткових кодів несправностей системи діагностування *OBD-II*.
44. Викладіть особливості діагностування *COP* і *DIS*-систем запалювання за допомогою мотор-тестера *MT-Pro*.
45. Як встановити дійсну позначку першого циліндра під час діагностування *DIS*-систем запалювання за допомогою мотор-тестера *MT-Pro*?
46. Назвіть основні дефекти корпусу розподільника та способи їх усунення.
47. Які дефекти кришки розподільника контролюють під час ремонту?
48. Назвіть основні дефекти валика розподільника та способи їх усунення.
49. Дайте характеристику режимів обкатування-випробування розподільників після ремонту.
50. Розкрийте призначення й принцип дії магнето.
51. Опишіть типову технологію ремонту магнето.
52. Які параметри магнето перевіряють під час обкатування-випробування?

4. ЕЛЕКТРОРЕМОНТНІ ДІЛЬНИЦІ ТА ЦЕХИ

4.1. Проектування виробничих підрозділів підприємств технічного сервісу

Увесь комплекс робіт із ремонту електрообладнання тракторів, комбайнів і автомобілів, а також технічного обслуговування та ремонту акумуляторних батарей виконують у спеціалізованих цехах і дільницях.

Для проектного розрахунку таких дільниць приймають, що електроремонтні роботи складають:

- для колісних тракторів – 2,8 % загальної трудомісткості капітального ремонту, 2,9 % загальної трудомісткості поточного ремонту і 8,5 % загальної трудомісткості технічного обслуговування;
- для гусеничних тракторів – 2,5 % загальної трудомісткості капітального ремонту, 3,0 % загальної трудомісткості поточного ремонту і 8,5 % загальної трудомісткості технічного обслуговування;
- для автомобілів – 6,3 % загальної трудомісткості капітального ремонту, 8,5 % загальної трудомісткості поточного ремонту і 13,5 % загальної трудомісткості технічного обслуговування;
- для комбайнів – 5,3 % загальної трудомісткості капітального ремонту, 2,5 % загальної трудомісткості поточного ремонту і 8,5 % загальної трудомісткості технічного обслуговування.

Для проектування робочих місць слюсаря-електроремонтника та акумуляторника в центральних ремонтних майстернях господарств приймають, що електротехнічні роботи складають 2,5...3,0 % від трудомісткості поточного ремонту тракторів і 1,5...2,0 % від трудомісткості поточного ремонту комбайнів, а акумуляторні роботи складають 1,0...1,5 % від трудомісткості поточного ремонту тракторів і комбайнів.

Під час проектування спеціалізованих цехів і дільниць підприємств технічного сервісу необхідну кількість випрямлячів для заряджання АБ розраховують за формулою

$$K_r = \frac{t \cdot W_p}{\Phi_{д.р} \cdot n \cdot \eta_r}, \quad (4.1)$$

де W_p – річна програма заряджання АБ, шт.;

t – середня тривалість заряджання АБ, год.;

$\Phi_{д.р}$ – дійсний річний фонд часу зарядної установки, год.;

n – кількість АБ, що заряджаються одночасно;

η_r – коефіцієнт використання зарядної установки за часом. Беруть $\eta_r = 0,7 \dots 0,75$.

Кількість контрольно-випробувальних стендів розраховують за формулою

$$K_r = \frac{t \cdot W_p}{\Phi_{д.р} \cdot \eta_r}, \quad (4.2)$$

де W_p – річна програма ремонту, шт/;

t – середня тривалість обкатування-випробування (стартерів, генераторів тощо), год.;

$\Phi_{д.р}$ – дійсний річний фонд часу контрольно-випробувального стенда, год.;

η_r – коефіцієнт використання контрольно-випробувального стенда за часом. Беруть $\eta_r = 0,75 \dots 0,8$.

Площу ділянки (цеху) S розраховують за площею, зайнятою обладнанням:

$$S = k \sum s_r,$$

де k – коефіцієнт, який враховує проходи та проїзди. Для електроремонтних ділянок беруть $k = 3,5 \dots 4,5$;

$\sum s_r$ – загальна площа, зайнята обладнанням, м².

Проектуючи електроремонтні цехи та ділянки слід враховувати вимоги до розташування ремонтно-технологічного обладнання (рис. 4.1).

У типових проектах центральних ремонтних майстерень господарств робочі місця слюсаря з ремонту електрообладнання комбайнів, тракторів і

автомобілів та акумуляторника розташовують у різних приміщеннях (рис. 4.2 і 4.3).

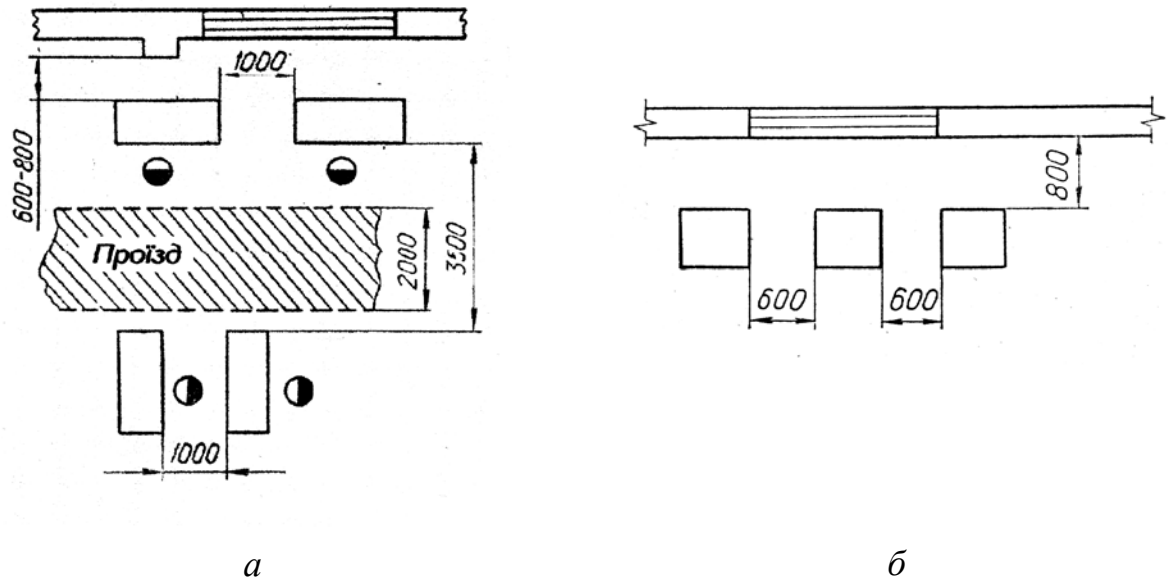


Рис. 4.1. Норми віддалей між обладнанням і будівельними конструкціями (а) і вимоги до взаємного розташування зарядних пристроїв (б)

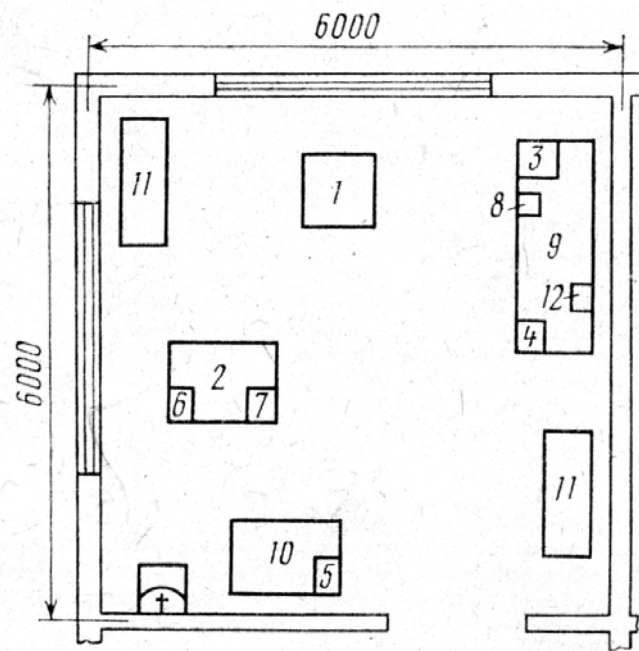


Рис. 4.2. Робоче місце слюсаря з ремонту електрообладнання тракторів і автомобілів:

1 – стенд контрольно-випробувальний КИ-968; 2 – стенд ПЗА (70-7980-220);
3 – верстат настільно-свердильний 2М112; 4 – верстат точильно-шліфувальний 3Е631;
5 – механізм для зняття ізоляції ОНР-7252; 6 – пристрій для перевірки напівпровідникових приладів КИ-11380; 7 – прилад КИ-1093 (11400); 8 – прилад для

перевірки якорів Э236; 9 – верстак на два робочих місця ОРГ-1468-01-070А; 10 – верстак на одне робоче місце ОРГ-1468-01-060А; 11 – стелаж ОРГ-1468-05-230А; 12 – комплект інструменту ПИМ-1424

В електротехнічних відділеннях майстерень АТП (рис.4.4), де перевіряють і ремонтують стартери, генератори, прилади системи запалювання та контрольно-вимірювальні прилади, найбільш трудомісткими є роботи з пошуку несправностей та регулювання, тому основним обладнанням тут є контрольно-вимірювальні стенди. Розбирання-складання приладів електрообладнання проводять переважно на верстаках із використанням універсального інструменту та спеціальних пристосувань. Ремонт деталей та вузлів полягає в заміні обмоток та ізоляції, паянні й виконанні простих слюсарних робіт.

Акумуляторні відділення займають особливе місце з огляду на специфіку технологічного процесу ремонту. У цих відділеннях виділяють чотири спеціальні пости (рис. 4.5): *I* – кислотний, де готують електроліт, а в повітря випаровується кислота; *II* – зарядний, де власне заряджають АБ,

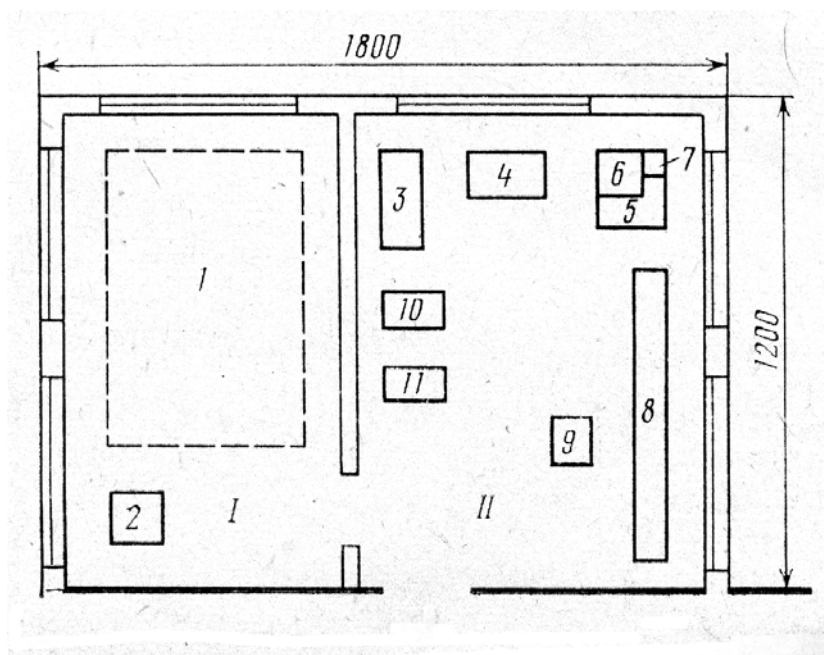


Рис.4.3. Робоче місце акумуляторника:

I – місце приготування електроліту та заряджання АБ; *II* – місце ремонту АБ;

1 – установка для технічного обслуговування стартерних АБПТ-9779; 2 – ванна для приготування електроліту ОРГ-7420; 3 – шафа для інструменту та пристосувань, модель 5126; 4 – комплект пристосувань та інструменту для ремонту стартерних АБ, модель ПТ-7300; 5 – стіл поворотний з місцевою витяжкою ОПП-2239; 6 – зарядний пристрій; 7 – нагрівач ламповий ОПП-2242; 8 – стелаж для АБ, модель 5123;

9 – маніпулятор М-40; 10 – візок для транспортування АБ; 11 – візок для перевезення тари з кислотою

а тому в повітря виділяється водень; III – ремонтний, де власне ремонтують АБ; IV – апаратний, де розташовують випрямлячі та іншу зарядну апаратура. Залежно від виробничих потужностей ці пости розташовують або в окремих приміщеннях, або ж об'єднуючи за ознакою умов праці й пожежної безпеки першу та другу, третю та четверту робочі зони в двох приміщеннях.

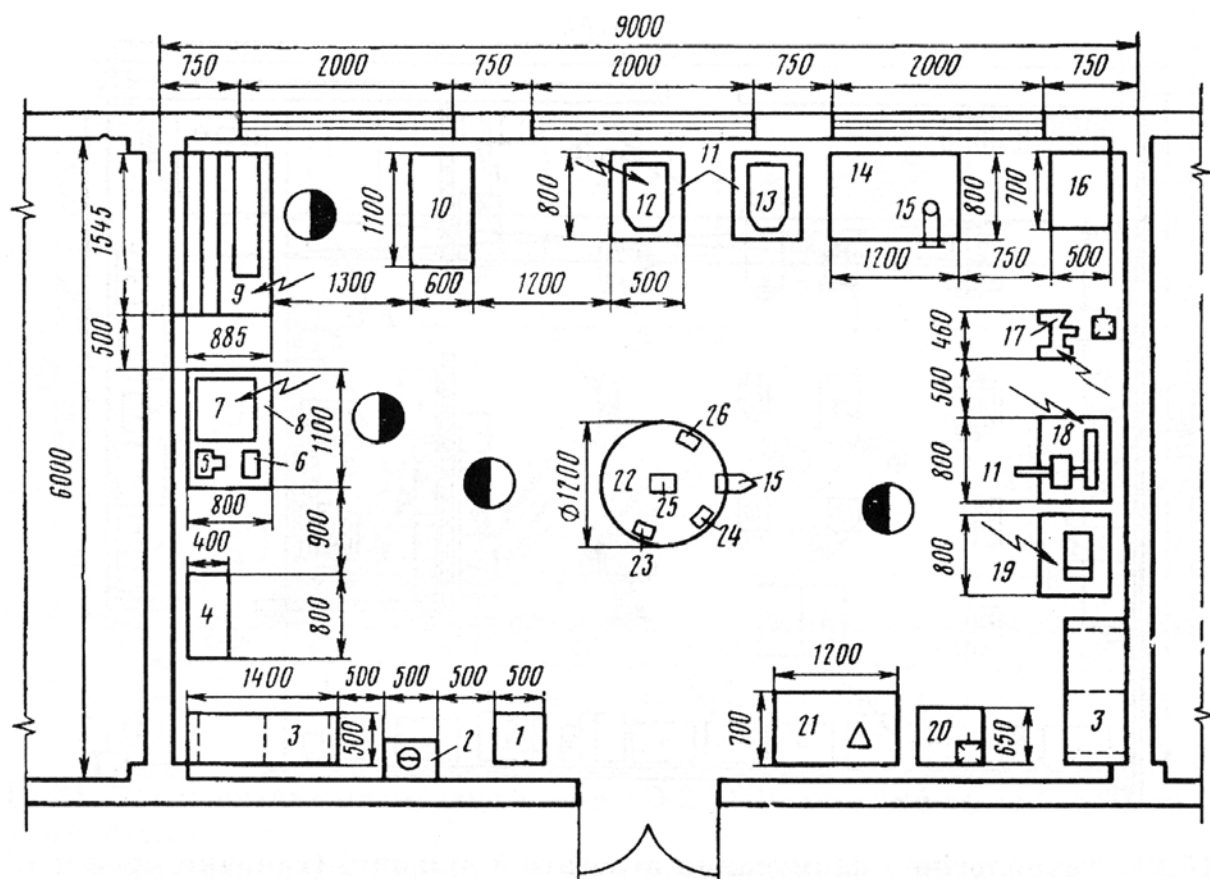


Рис. 4.4. Технологічне планування електротехнічного відділення ремонтної майстерні автотранспортного підприємства:

1 – скринька; 2 – вмивальник; 3 – стелаж; 4 – скринька для ганчір'я; 5 – прилад для перевірки та очищення свічок запалювання; 6 – прилад для перевірки контрольно-вимірювальних приладів; 7 – прилад для перевірки приладів системи запалювання; 8 – стіл для приладів; 9 – стенд контрольно-вимірювальний; 10 – стіл конторський; 11 – підставка для обладнання; 12 – верстат свердлильний; 13 – прес рейковий ручний; 14 – верстак слюсарний; 15 – лежача; 16 – тумбочка для інструментів; 17 – верстат заточний; 18 – верстат для проточування колекторів; 19 – верстат настільний токарний; 20 – шафа для сушіння; 21 – установка для розбирання, миття та продування деталей; 22 – стіл електрика; 23 – пристосування для відкручування полюсних гвинтів; 24 – пристосування для розбирання-складання генераторів; 25 – підставка для інструментів; 26 – прилад для перевірки якорів генераторів

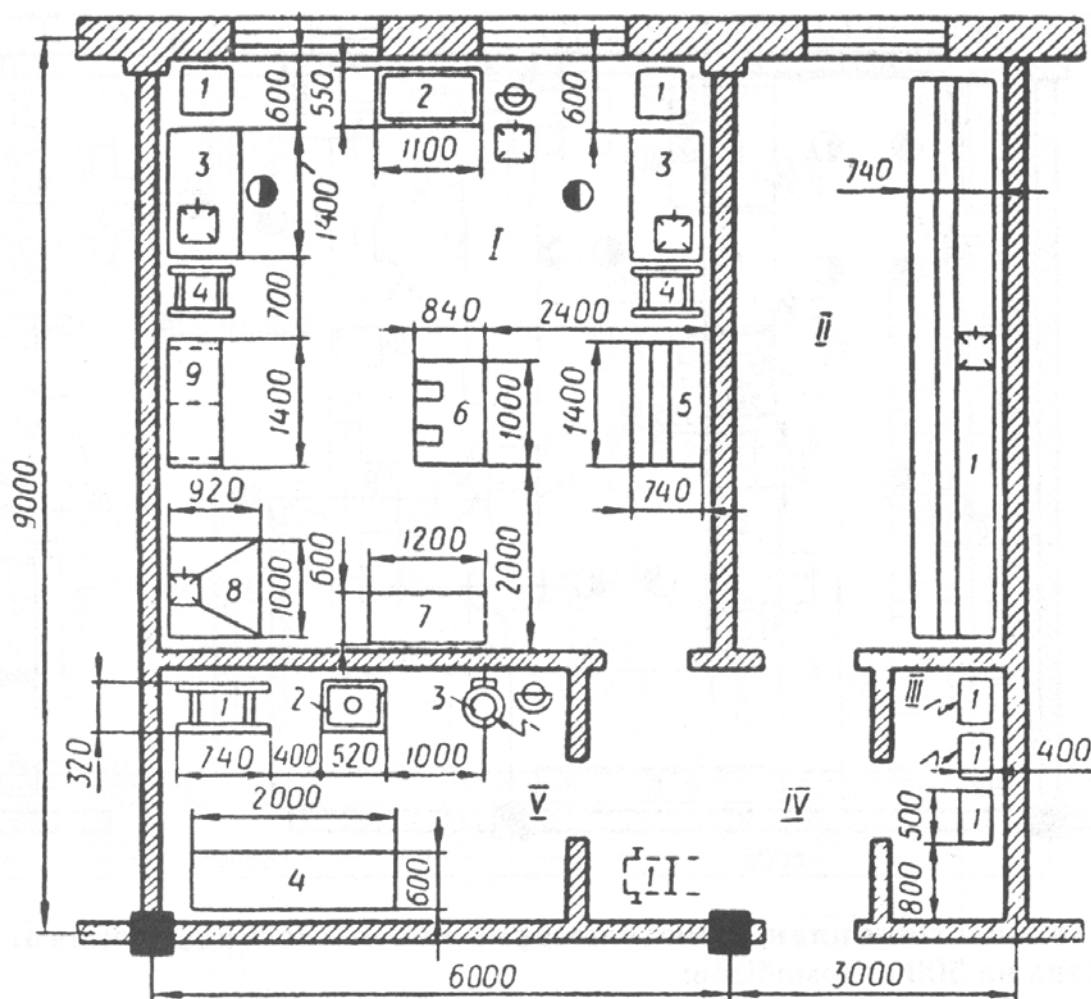


Рис. 4.5. Технологічне планування акумуляторного відділення ремонтної майстерні автотранспортного підприємства:

I – акумуляторна:

1 – ящики для відходів; 2 – ванна для промивання деталей; 3 – верстаки для ремонту АБ; 4 – ванна для електроліту; 5 – стелаж для АБ; 6 – стенд для перевірки та розряджання АБ; 7 – шафа для матеріалів; 8 – верстак для плавлення свинцю і мастики; 9 – стелаж для деталей;

II – зарядна: 1 – стелаж для заряджання АБ;

III – апаратна: 1 – впрямлячі;

IV – тамбур:

1 – візок для перевезення з підйомною платформою для перевезення АБ;

V – кислотна: 1 – ванна для приготування електроліту; 2 – пристрій для приготування кислоти; 3 – дистильатор електричний; 4 – стелаж для бутлів

У загальному плануванні ремонтної майстерні електроремонтну дільницю розташовують поруч з постами завершального складання. Окрім того, якщо це можливо, поруч розташовують дільницю ремонту АБ так, щоб вона прилягала до зовнішньої стінки будівлі майстерні.

Для ремонтно-механічних заводів проектують спеціалізовані цехи ремонту електрообладнання (рис. 4.6, табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Перелік основного обладнання спеціалізованого цеху

Позначення на рис.4.6	Назва
1	Головний розбирально-складальний конвеєр
2	Робоче місце розбирання електрообладнання на вузли і агрегати
3	Резервне робоче місце для розбирання вузлів зі складним технічним станом
4	Мийна машина
5	Машина для полоскання
6	Камера сушильна
7	Робоче місце для очистки деталей
8	Робоче місце для дефектування деталей
9	Робоче місце паяння проводів колектора
10	Робоче місце проточування, фрезерування і шліфування
11	колекторів
12	Робоче місце розбирання, дефектування і миття приводів стартерів
13	Робоче місце складання та випробування приводів стартерів
14	Робоче місце ремонту включателів стартерів
15, 25	Підвісний конвеєр
16	Робоче місце складання кришок генераторів
17	Робоче місце складання кришок стартерів
18	Робоче місце складання корпусу стартера
19,20	Робочі місця складання вузлів генератора
21	Робоче місце складання вузлів стартера
22	Робоче місце комплектування
23	Робоче місце складання
24	Допоміжне робоче місце складання та контролю комплектування

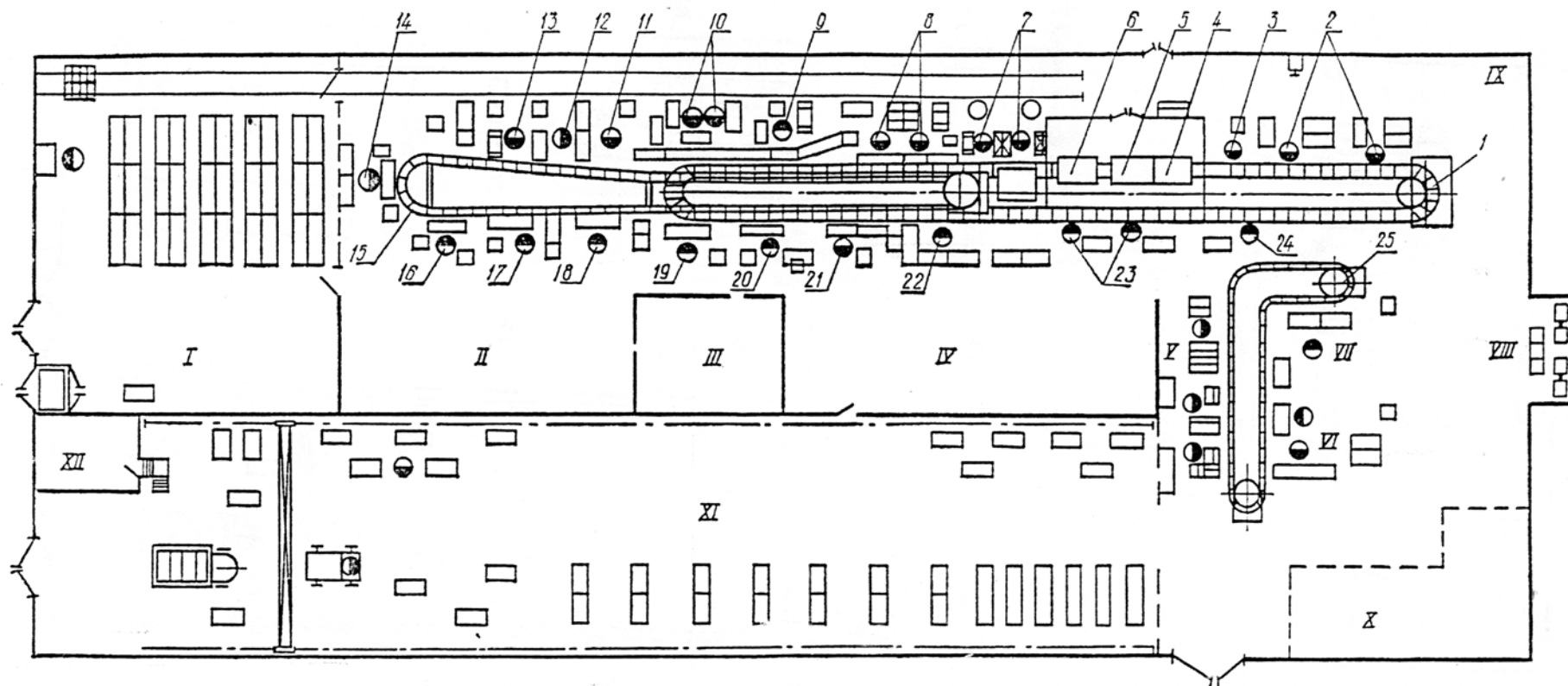


Рис. 4.6. Планування спеціалізованого підприємства з ремонту електрообладнання:

I – комплектувальний склад; II – обмотувально-ізоляційна дільниця; III – дільниця просочування та сушіння обмоток; IV – слюсарно-механічна дільниця; V – дільниця контрольних випробувань; VI – дільниця фарбування і консервації готової продукції; VII – дільниця усунення дефектів (браку); VIII – дільниця силових установок; IX – дільниця розбирання, миття, дефектування, комплектування та складання; X – дільниця відділу головного механіка; XI – склад готової продукції; XII – контора складу

4.2. Безпека життєдіяльності в умовах електроремонтних цехів і дільниць

Особливості технології виконання електроремонтних робіт, особливо робіт з ремонту АБ, зумовлюють спеціальні правила забезпечення безпеки життєдіяльності в умовах електроремонтних цехів і дільниць підприємств технічного сервісу.

Для цього слід дотримуватись наступних правил безпеки під час роботи з електрообладнанням тракторів і автомобілів:

- ✓ всі види робіт з діагностування, технічного обслуговування чи ремонту можна виконувати лише після детального ознайомлення з інструкцією по експлуатації та електричною схемою;
- ✓ категорично заборонено доторкатись до приладів системи запалювання (комутатора, котушки запалювання, високовольтних проводів) при працюючому двигуні;
- ✓ не можна розміщати в одному джгуті проводи високої та низької напруги;
- ✓ використовувати лише справні прилади й стенди відповідного призначення.

На акумуляторній дільниці внутрішні перегородки між зарядним постом та іншими (кислотним, ремонтним, апаратним) повинні бути суцільними – від підлоги до стелі. Висота приміщень повинна бути не меншою 3 м, щоб забезпечити необхідний об'єм повітря для робітників та з метою уникнення підвищеної концентрації випарів сірчаної кислоти, свинцю тощо.

У приміщеннях акумуляторної концентрація шкідливих речовин у повітрі не повинна перевищувати наступних значень: для випарів сірчаної кислоти – 2 мг/м^3 ; свинцю та його сполук – $0,01 \text{ мг/м}^3$. Тому всі пости акумуляторної оснащують приточно-витяжною вентиляцією вибухобезпечного виконання. Така вентиляція в приміщенні ремонтного, кислотного та апаратного постів за 1 годину повинна забезпечувати 2...2,5-

разовий повітрообмін, а в приміщенні зарядного поста – 6...8-разовий. Для покращання повітрообміну необхідно відведення повітря здійснювати з верхньої частини, а подачу – через розподільну трубу, розташовану на висоті не більше 1 м від підлоги. Швидкість повітря, що подається в приміщення, не повинна перевищувати 0,1 м/с. У холодний період року повітря підігрівають до температури 17...19° С за допомогою калорифера, який встановлюють в приточній магістралі.

Як правило, вентиляція акумуляторної – автономна. Однак ця вимога не є обов'язковою, якщо вентиляція всієї ремонтної майстерні вибухобезпечного виконання.

У приміщення акумуляторної підводять пневмомагістраль для обдування батарей після миття.

Для забезпечення нормальних умов праці робітників температура повітря в приміщенні повинна бути не меншою 17° С. З метою дотримання цієї вимоги використовують центральне водяне опалення.

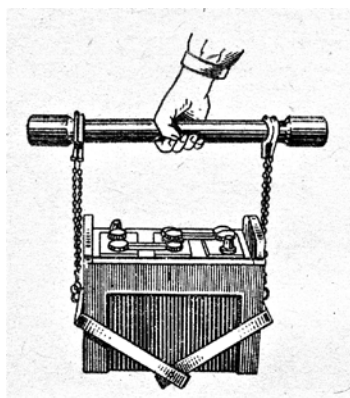
Приміщення дільниць ремонту АБ, де заряджають кислотні та лужні акумулятори, належать до вибухонебезпечних (клас В-1а).

Якщо площа акумуляторної більша 15 м², то в приміщенні передбачають безпосередній вихід назовні. Перед входом в акумуляторну слід вивісити плакат з написом “Акумуляторна. Вогнєнебезпечно! Курити заборонено!” Під час роботи в приміщенні акумуляторної не повинно бути сторонніх осіб.

Кислоту зберігають в окремому приміщенні в щільно закритих скляних бутлях, встановлених у плетені корзини. Переливати кислоту із бутлів можна тільки за допомогою спеціальних пристосувань для закріплення та перехиляння бутлів. Кількість кислоти й свинцю, що зберігається власне в акумуляторній, не повинна перевищувати змінної потреби.

Для перенесення АБ слід використовувати спеціальні пристосування, а для перевезення бутлів із кислотою – візки (рис. 4.7, а, б).

Під час приготування електроліту не можна вливати воду в кислоту, тому що в процесі їх з'єднання виділяється велика кількість тепла.



а



б

Рис. 4.7. Перенесення АБ (а) та транспортування бутлів з кислотою (б).

Оскільки густина кислоти в 1,8 раза більша, то вода “розтікається” по поверхні кислоти, швидко нагрівається, випаровується та розбризкується разом з кислотою. При доливанні кислоти у воду вона опускається (як важча) в нижні шари й віддає тепло масі води, а тому розбризкування не відбувається.

Стінки та перегородки акумуляторної повинні бути затицьовані цементною тинькою, заґрунтовані й пофарбовані. Стінки зарядного, ремонтного та кислотного постів фарбують хлорвініловою фарбою, яка стійка до кислоти, а стінки апаратного поста – світлою масляною фарбою. Підлогу в зарядному та кислотному постах викладають стійкою до кислоти керамічною плиткою.

Освітленість приміщень повинна бути переважно природною, середня освітленість всіх постів повинна становити не менше 50 лк.

Над робочими місцями слід встановити місцеві світильники, закріплені на шарнірних кронштейнах.

Освітлювальна арматура на всіх постах, особливо в зарядному приміщенні, повинна бути герметичною та вибухобезпечного виконання. Можна застосовувати звичайні вимикачі, однак у такому разі їх встановлюють в сусідньому приміщенні перед входними дверима до зарядного поста.

Відходи дільниці ремонту акумуляторів містять сірчану кислоту, свинець та його сполуки. Тому акумуляторна повинна мати ізольовану каналізацію з керамічних труб із виходом у зовнішній відстійник, де здійснюється нейтралізація стічних вод лужним розчином. В окремих випадках такий відстійник доцільно робити спільним із відстійником для дільниці миття ремонтної майстерні. Тоді содові мийні розчини сприяють повній нейтралізації сірчаної кислоти в стічних водах.

Працівники, зараховані на роботу, повинні пройти курс навчання під керівництвом досвідчених спеціалістів, вивчити правила техніки безпеки та особистої гігієни. У приміщенні повинні бути вивішені наочні плакати та схеми безпечних прийомів праці.

З'єднувати батареї в групи для заряджання можна лише за допомогою просвинцьованих затискачів. Забороняється з цією метою використовувати дріт.

Замірюючи напругу батареї навантажувальною вилкою, треба остерігатись опіку рук нагрітим резистором. Виконувати цю операцію слід при закритих пробках, щоб запобігти вибуху.

Забороняється розігрівати мастику, використовуючи відкрите полум'я. Мастику слід брати спеціальними ковшами, невеликими порціями, достатніми для заливання однієї батареї.

Висвердлювати вивідні штирі слід на спеціальному свердлильному верстаті. Висвердлені перемички та свинцеву стружку збирають в окрему тару. Знімати кришки батарей слід спеціальними знімачами, обов'язково в захисних окулярах.

Під час пайки міжелементних з'єднань і вивідних клем необхідно слідкувати, щоб на місце паяння не потрапляла волога. Шаблони для напаювання штирів і вивідних клем повинні бути сухими й підігрітими.

Порушення правил техніки безпеки під час роботи із сірчаною кислотою та розплавленими свинцем і мастикою можуть стати причиною виробничого травматизму:

- отруєння свинцем, ознаками якого є солодкуватий присмак в роті, підвищене виділення слини, нудота, блювання, болі в животі;
- вибуху газу під час заряджання АБ і потрапляння електроліту на шкіру рук і обличчя;
- опіки шкіри кислотою, розплавленими мастикою чи свинцем, опіки від дії електричного струму.

Отруєння свинцем є дуже небезпечним, оскільки призводить до захворювань нервової системи та кісткового мозку. У разі отруєння свинцем необхідно негайно викликати лікаря, а до його приходу промити шлунок водою з содою.

Щоб запобігти отруєнню свинцем робітник зобов'язаний:

- працювати в гумових рукавицях і гумовому фартуху;
- використовувати респіратор;
- перед їдою ретельно промити руки з милом, полоскати рот 1%-м розчином питтєвої соди;
- коротко підстригати нігті, регулярно голитись, не носити вусів і бороди;
- після роботи ретельно чистити зуби, приймати гарячий душ;
- не виходити з території в спецодязі, не приймати їжу в спец-одязі, після закінчення роботи залишати спецодяг у шафі, здавати спецодяг в пральню не рідше одного разу на тиждень;
- не рідше одного разу на квартал відвідувати зубного лікаря та раз на півроку проходити медогляд.

Після роботи з електролітом слід обов'язково вимити руки з милом. Електроліт, що потрапив на шкіру слід негайно витерти ганчіркою або змити великою кількістю води.

У разі опіку першого ступеня (почервоніння шкіри) уражене місце накривають чистою ганчіркою, змоченою розчином питтєвої соди або марганцевокислого калію. У разі опіку II-го або III-го ступеня (виникнення на шкірі пухирів) на уражене місце слід накласти стерильну пов'язку з марлі

чи бинту, викликати лікаря або ж доправити потерпілого в лікарню. Біля входу в акумуляторну слід встановити вмивальник, покласти мило, упаковку вати, рушник, закриті посудини з 5...10%, 2...3%, 1% нейтралізуючими розчинами питтєвої соди.

У разі ураження електричним струмом потерпілого в першу чергу слід звільнити від контакту з проводами чи частинами обладнання, що знаходяться під напругою, або ж негайно вимкнути рубильник. У разі порушення функцій дихання та відсутності пульсу слід проводити штучне дихання та зовнішній масаж серця аж до появи самостійного дихання та відновлення серцебиття, викликати лікаря та доправити потерпілого в лікарню.

З урахуванням екологічних проблем утилізації старих АБ і можливості отримання свинцю з АБ, що відпрацювали свій ресурс, з метою його повторного використання, на підприємствах технічного сервісу варто налагоджувати систему збору старих акумуляторів. Наприклад, в окремих країнах Європи понад 90% старих акумуляторів надходить на повторну переробку, під час якої з них отримують 80...90 % початкового вмісту свинцю. Для цього застосовують переробку старих АБ в шахтних печах на фабриках, що виготовляють акумулятори. На переробку надходять цілі АБ без електроліту, які змішують з відходами акумуляторного виробництва та коксом і завантажують у піч. Отриманий свинцевий сплав додатково рафінують. Шлак, отриманий під час переплавки АБ і свинцевих відходів, містить ще до 15% свинцю, тому його відправляють на металургійні підприємства для глибшої переробки.



Запитання та завдання для самоконтролю

1. Як визначають трудомісткість робіт в електроремонтних і акумуляторних дільницях сервісних підприємств.
2. Наведіть формулу для розрахунку кількості контрольно-випробувальних стендів для ремонту електрообладнання.
3. Наведіть формулу для розрахунку кількості випрямлячів акумуляторної.
4. Як розраховують виробничі площі дільниць ремонту електрообладнання?
5. Подайте типове планування дільниці ремонту електрообладнання.
6. Назвіть норми віддалей між обладнанням і будівельними конструкціями для дільниці ремонту електрообладнання.
7. Які пости передбачають у технологічному плануванні акумуляторних дільниць?
8. Назвіть основні вимоги до приміщень акумуляторних дільниць.
9. Сформулюйте вимоги до вентиляції акумуляторних дільниць.
10. Сформулюйте вимоги до освітлення акумуляторних дільниць.
11. Сформулюйте основні вимоги техніки безпеки під час приготування електроліту.
12. Назвіть правила надання першої допомоги в разі опіків.
13. Які симптоми свідчать про отруєння свинцем?
14. Яких правил слід дотримуватись, щоб запобігти отруєнню свинцем?
15. Як здійснюють переробку акумуляторних батарей, що відпрацювали свій ресурс?

1. Автомобили ГАЗ 2705, 2705 комби, 3221: Руководство по ремонту и техническому обслуживанию / [Г.Ф.Анисимов, В.И. Давыдов, В.Б. Дубков и др.]. Под ред. Ю.В. Кудрявцева – М. : Атласы автомобилей, 2000. – 296 с.
2. Автомобиль ГАЗ-53-12: Устройство, техническое обслуживание, ремонт / [А.М.Бутусов, Г.А.Ширяев, Г.Ф.Анисимов, и др.]; Под ред. Ю.В.Кудрявцева. – М. : Транспорт, 1999. – 254 с.
3. Автомобиль ЗИЛ-5301 “Бычок“ и его модификации. Руководство по ремонту и каталог деталей / А.С.Кузнецов и др. – М. : АМО ЗИЛ, АРГО-Книга, АНИ, 1999. – 350 с.
4. Басс Б.А. Свечи зажигания. Краткий справочник / Б.А. Басс. – М. : ЗАО КЖИ “За рулем”, 2002. – 120 с.
5. Вишневецкий Ю.Т. Электрооборудование автомобилей : учебник / Ю.Т. Вишневецкий. – М. : Изд.-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007. – 351 с.
6. Генераторы зарубежных автомобилей / А.В. Акимов, С.В.Акимов, Л.П. Лейкин. – М. : Изд-во “За рулем”, 1997. – 80 с.
7. Данов Б.А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б.А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с.
8. Данов Б.А. Системы управления зажиганием автомобильных двигателей / Б.А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2003. – 184 с.
9. Диагностика и техническое обслуживание машин : учебник для студентов высш. учеб. заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитови др.]. – М. : Изд. центр «Академия», 2008. – 432 с.
- 10.Епифанов Л.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Л.И. Епифанов, Е.А. Епифанова. – М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2009. – 352 с.
- 11.IVESCO. Эксплуатация. Обслуживание. Ремонт / В.И.Андреев. – Кременчуг, 1999. – 291 с.
- 12.Карагодин В.И. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей КамАЗ / В.И. Карагодин, Д.В. Карагодин. – М. : Транспорт, 1997. – 310 с.
- 13.Коробейник А.В. Ремонт автомобилей : Практический курс / А.В. Коробейник // Серия «Библиотека автомобилиста». – Ростов н/Д : «Феникс», 2004. – 512 с.
- 14.Красильников Е.Е. Лабораторный практикум по технологии производства и ремонта автотракторного электрооборудования / Е.Е. Красильников, В.А. Перлов, Н.Н. Сметнев. – М. : Машиностроение, 1986.
- 15.Кузнецов А.С. Автомобили моделей ЗИЛ-4333, ЗИЛ-4314 и их модификации. Устройство, эксплуатация, ремонт / А.С. Кузнецов, С.И. Глазчев. – М. : Транспорт, 1996. – 288 с.

- 16.Лудченко О.А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: Підручник / О.А. Лудченко. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.
- 17.Лудченко А.А. Техническая диагностика и обслуживание автомобилей в сельском хозяйстве / А.А. Лудченко, Н.С. Сапон. – К. : Урожай, 1985. – 148 с.
- 18.Резник А.М. Электрооборудование автомобилей / А.М. Резник. – М. : Транспорт, 1990. – 256 с.
- 19.Резник А.М. Электрооборудование автомобилей : учебник / А.М. Резник, В.М. Орлов. – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.
- 20.Ремонт автомобилей / Под ред. С.И. Румянцева. – М. : Транспорт, 1988. – 327 с.
- 21.Сергеев А.Г. Диагностирование электрооборудования автомобилей / А.Г. Сергеев, В.Е. Ютт. – М. : Транспорт, 1987. – 159 с.
- 22.Стартерные аккумуляторные батареи: Устройство, эксплуатация, ремонт / [М.А. Дасоян, Н.И. Курзуков, О.С. Тютрюмов и др.]. – М. : Транспорт, 1994. – 242 с.
- 23.Тетянич І.К. Відновлення деталей автотракторного і силового електрообладнання / І.К. Тетянич. – К. : Урожай, 1986. – 120 с.
- 24.Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник / [В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов и др.]. Под ред. В.М. Власова. – М. : Изд. центр «Академия», 2003. – 480 с.
- 25.Техническая эксплуатация автомобилей / [Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др.]. – М. : Наука, 2001. – 535 с.
- 26.Тимофеев Ю.Л. Электрооборудование автомобилей. Устранение и предупреждение неисправностей / Ю.Л. Тимофеев, Н.М. Ильин. – М. : Транспорт, 1987. – 255 с.
- 27.Титунин Б.А. Ремонт автомобилей КАМАЗ / Б.А. Титунин, Н.Г. Старостин, В.М. Мушниченко. – М. : Агропроиздат, 1991. – 320 с.
- 28.Устройства и приборы для контроля электрооборудования автомобилей. Выпуск 3 : Информационный обзор для автолюбителей / Сост. А.Г. Ходасевич, Т.И. Ходасевич. – М. : НТ «Пресс», 2005. – 208 с.
- 29.Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. Производственно-практ. издание / А. Э. Хрулев. – М. : Издательство «За рулём», 1999. – 440 с.
- 30.Электрооборудование автомобилей : Справочник / [А.В. Акимов, О.А. Акимов, С.В. Акимов и др.]. – М. : Транспорт, 1993. – 223 с.
- 31.9. Электрооборудование автомобилей (эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт) / [А.Я. Емельянов, Г.В. Ипатов, В.П. Орлов, А.И. Елисеев]. – М. : Транспорт, 1968. – 152 с.
- 32.Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей : Учебник для авто-дор. вузов / В.Е. Ютт. – М. : Транспорт, 1989. – 287 с.
- 33.Автомобильное диагностическое оборудование [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mlab.org.ua/>.
- 34.Автоцентр [Електронний ресурс] – Режим доступу:

- <http://www.autocentre.ua/avtoservice/>.
35. Искра дуплетом [Электронный ресурс] / Колодочкин М. // За рулем on line. – 2001. – № 1. – Режим доступа до журн. : <http://www.zr.ru/a/3362/print/>.
 36. Пушков В. Искровые свечи зажигания / В. Пушков // Полезные страницы. – 2001. – № 8. – С. 227–232.
 37. Свічки запалювання автомобілів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://cars-parts.com.ua>
 38. Ходасевич А.Г. Катушки зажигания, датчики, октан-корректоры, контроллеры. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей. / А.Г. Ходасевич, Т.И. Ходасевич. – Часть 2. Электронные системы зажигания. – М. : АНТЕЛКОМ – 224 с.
 39. Школа диагностики : учебный курс. – М. : Диамакс, 2003, – 175 с.
 40. Куришко Е. Классификация систем зажигания [Электронный ресурс] – Режим доступу до статті: <http://mlab.org.ua/articles/ign-sys.html>
 41. Куришко Е. Теория. Система зажигания [Электронный ресурс] – Режим доступу до статті: <http://mlab.org.ua/articles/ign-sys.html>

Основні параметри генераторів K1 і N1 фірми BOSCH

Тип	Сила струму, А при частоті обертання		Зовнішній діаметр статора, мм	Маса (без шіва), кг
	1500 хв. ⁻¹	6000 хв. ⁻¹		
K1-14v 20/45A	20	45	125	4,0
	23	55	125	4,2
	23	65	125	4,5
	28	70	125	4,7
	30	80	125	5,1
N1-14v 36/80A	36	80	138	5,6
	34	90	138	5,6
	40	115	142	6,2
	25	140	142	6,4

Основні параметри компактних генераторів GC, KC і NC

фірми BOSCH

Тип	Сила струму, А при частоті обертання		Зовнішній діаметр статора, мм	Маса (без шіва), кг
	1500 хв. ⁻¹	6000 хв. ⁻¹		
GC-14v 27...50A	27	30	116	4,0
	27	60	116	4,0
	30	70	116	4,2
KC-14v 40...70A	40	70	125	4,9
	40	80	125	4,9
	45	80	125	5,4
	45	90	125	5,4
NC-14v 50...100A	50	100	142	6,0
	60	120	142	6,6
	40	140	142	6,7

Основні параметри свічок запалювання

Позна- чення	Основні параметри та розміри				Автомобіль, ДВЗ
	розжарю- вальне число	різьба	довжина різьби, мм	рекомен- дований іскровий проміжок	
1	2	3	4	5	6
A11-1	11	M14×1,25	12	0,85...1,0	ГАЗ-24-10, УАЗ-469
A11 Н	11	M14×1,25	11	0,9...1,05 0,6...0,75	ЗАЗ-965
A13 Н	13	M14×1,25	11	0,6...0,75	ЗАЗ-965, - 966, - 969В
A14В	14	M14×1,25	12	0,8...0,95	ГАЗ-24-10, ГАЗ- 24-11 з ДВЗ ЗМЗ-402.10 і ЗМЗ-4021.10
A14Д	14	M14×1,25	19	0,8...0,9	ГАЗ-3102 “Волга” з ДВЗ ЗМЗ-4022.10
A17В	17	M14×1,25	12	0,8...0,9	“Волга” з ДВЗ ЗМЗ-24Д
A17ДВ	17	M14×1,25	19	0,5...0,6	ВАЗ моделей 2101, 21011, 2103, 2105, 2106, 2107, 2121
A17ДВ-10	17	M14×1,25	19	0,7...0,8	ВАЗ-2108, ВАЗ- 2109
A17Д	17	M14×1,25	19	0,8...0,95	для ДВЗ УМЗ-412ДЭ
A20Д-1	20	M14×1,25	19	0,8...0,95	“Москвич” – 2140, –2141 з ДВЗ УМЗ-412, ИЖ – 2125
A23	23	M14×1,25	12	0,75...0,9	ЗАЗ – 968А, ЗАЗ – 968М, ЛуАЗ – 969, Луаз – 969М
A26ДВ-1	26	M14×1,25	19	0,6...0,75	ВАЗ з ДВЗ ВАЗ- 311

Додаток Г

Взаємозамінність основних типів свічок запалювання

РОСІЯ	AUTOLITE	BERU	BOSCH	BRISK	CHAMPION	EYQUEM	MAGNETI MARELLI	NGK	NIPPON DENSO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A11, A11-1, A11-3	425	14-9A	W9A	N19	L86	406	FL4N	B4H	W14F
A11P	414	14R-9A	WR9A	NR19	LR86	—	FL4NR	BR4H	W14FR
A14B, A14B-2	275	14-8B	W8B	N17Y	L92Y	550S	FL 5NP	BP5H	W16FP
A14BM	275	14-8BU	W8BC	N17YC	L92YC	C32S	F5NC	BP5HS	W16FP-U
A14BP	—	14R-7B	WR8B	MR17Y	—	—	FL5NPR	BPR5H	W14FPR
A14Д	405	14-8C	W8C	L17	N5	—	FL5L	B5EB	W17E
A14ДВ	55	14-8D	W8D	L17Y	N11Y	600LS	FL5LP	BP5E	W16EX
A14ДВР	4265	14R-8D	WR8D	LR17Y	NR11Y	—	FL5LPR	BPR5E	W16EXR
A14ДВРМ	65	14R-8DU	WR8DC	LR17YC	RN11YC	RC52LS	F5LCR	BPR5ES	W16EXR-U
A17B	273	14-7B	W7B	N15Y	L87Y	600S	FL6NP	BP6H	W20FP
A17Д	404	14-7C	W7C	L15	N4	—	FL6L	B6EM	W20EA

Продовження додатку Г

[illegible]

Додаток Д

Коди параметрів системи керування двигуном діагностичного приладу *DST2*

Параметр	Назва	Примітка
1	2	3
FREQ	Частота обертання колінвала після запуску ДВЗ	Частота обертання, визначена за вхідним сигналом давача положення колінвала і відтворена блоком керування
FREQX	Частота обертання колінвала в режимі холостого ходу	Частота обертання, яка відрізняється від попереднього параметра вищою точністю подання
JUFRXX	Задана частота обертання в режимі холостого ходу	Значення частоти обертання, яке повинен підтримувати блок керування
EFREQ	Похибка регулювання частоти обертання колінвала в режимі холостого ходу	Різниця між заданою та виміряною частотами обертання колінвала в режимі холостого ходу
TWAT	Температура охолоджувальної рідини	Виміряне значення температури, °C
TAIR	Температура повітря у впускному трубопроводі	Виміряне значення температури, °C
JAIR	Масова витрата повітря	Виміряне давачем значення витрати повітря (кг/год)
JGBCIN	Циклове заповнення циліндра повітрям	Маса повітря, мг, що надійшла в впускний трубопровід, яка припадає на один циліндр
JGBCD	Циклове наповнення циліндра повітрям за давачем	Розрахункове значення наповнення циліндра, мг
JGBCG	Обмеження циклового наповнення циліндра повітрям	Граничне запрограмоване значення наповнення циліндра, мг
JGBC	Циклове наповнення циліндра повітрям для розрахунку подачі палива	Значення наповнення циліндра повітрям, яке використовується для розрахунку подачі палива
NFRGBC	Номер режимної точки на просторі режимів двигуна	Індекс для вибору точок із базових таблиць
THR	Положення дросельної заслінки	Вимірний рівень відкриття дросельної заслінки від 0 до 100%

1	2	3
COEFFF	Коефіцієнт регулювання паливної подачі	Корегуючий програмний параметр
VALF	Співвідношення кількості повітря та палива в робочій суміші	Поточне значення співвідношення кількості повітря та палива в робочій суміші
BITPOW	Ознака переходу на регулювання збагачення суміші та кута випередження запалювання за критерієм потужності (так / ні)	Значення “так” відповідає переходу на регулювання за критерієм потужності
INJ	Тривалість імпульсу впорскування	Задана блоком керування тривалість включеного стану форсунки, мс
BLKINJ	Ознака відключення подачі палива під час гальмування (так / ні)	Значення “так” відповідає відключенню подачі палива, а значення “ні” – подача палива не відключається
UOZ	Кут випередження запалювання	Поточне значення кута випередження запалювання, задане блоком керування
UOZOC	Поправка кута випередження запалювання октан-коректором	Введення за допомогою приладу <i>DST2</i> в енергонезалежну область пам’яті блоку керування зміщення кута випередження запалювання
RDET	Ознака роботи регулятора кута випередження запалювання за детонацією (є / немає)	Описує діапазон роботи двигуна за навантаженням і частотою обертання колінвала, коли діє регулятор випередження запалювання за ознакою детонації
DET	Ознака детонації	Вказує на роботу двигуна з детонацією або без детонації
DUOZ1	Зміщення кута випередження запалювання за детонацією для 1-го циліндра	Корекція кута випередження запалювання за ознакою детонації в 1-му циліндрі
DUOZ2	Зміщення кута випередження запалювання за детонацією для 2-го циліндра	Корекція кута випередження запалювання за ознакою детонації в 2-му циліндрі
DUOZ3	Зміщення кута випередження запалювання за детонацією для 3-го циліндра	Корекція кута випередження запалювання за ознакою детонації в 3-му циліндрі

1	2	3
DUOZ4	Зміщення кута випередження запалювання за детонацією для 4-го циліндра	Корекція кута випередження запалювання за ознакою детонації в 4-му циліндрі
UOZXX	Встановлення кута випередження запалювання в режимі холостого ходу	Запрограмоване значення кута випередження запалювання в режимі холостого ходу з закритою дросельною заслінкою
NUACC	Напруга бортової мережі	Вимірювана напруга живлення
RCOD	Коефіцієнт корекції вмісту СО в режимі холостого ходу	Значення сигналу з потенціометра регулювання вмісту СО, перетворена в зміщення відносно нульової позначки. Додатне зміщення відповідає збільшенню подачі палива
RCOK	Коефіцієнт корекції подачі палива	Коефіцієнт компенсації відхилень параметрів двигуна, зумовлених чинниками, які не визначені блоком керування
UGB	Встановлення витрати повітря через регулятор додаткового повітря	Витрата повітря на вході в регулятор додаткового повітря для режиму обмеження мінімальної частоти обертання колінвала в режимі холостого ходу
SSM	Встановлення положення регулятора додаткового повітря	Максимальне відкриття регулятора додаткового повітря відповідає 255 крокам, а мінімальне – 1 кроку
FSM	Поточне положення регулятора додаткового повітря	Параметр відтворює поточне положення регулятора додаткового повітря в кроках
JKGBC	Коефіцієнт барометричної корекції	Відтворює результат адаптації блоку керування під час експлуатації двигуна. Відхилення значення коефіцієнта від “1” свідчить про зміну витрати повітря стосовно середнього статистичного значення
JQT	Витрата палива	Розрахунковий параметр годинної витрати палива, л/год.

1	2	3
JGTC	Циклова подача палива на циліндр	Розраховане блоком керування потрібне значення подачі палива в циліндр двигуна, мг
FAZ	Момент початку подачі палива	Кутове положення колінвала для початку подачі палива кожною форсункою
BITSTP	Ознака зупинки двигуна (є / немає)	Визначає стан колінвала двигуна
RXX	Ознака режиму обмеження мінімальної частоти обертання холостого ходу	Відтворює сукупність ознак, за яких здійснюється керування двигуном у режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу
CHECK	Стан лампи несправності (вкл. / викл.)	Поточна ознака параметра (вкл / викл)
POMP	Стан бензонасоса (вкл. / викл.)	Поточна ознака параметра (вкл / викл)
MAINRELAY	Стан головного реле (вкл. / викл.)	Поточна ознака параметра (вкл / викл)
KOND	Стан реле муфти кондиціонера (вкл. / викл.)	Поточна ознака параметра (вкл / викл)
KONDR	Ознака запиту включення кондиціонеру (є / немає)	Поточна ознака параметра (є / немає)
CURERR	Поточні помилки (є / немає)	Поточна ознака параметра (є / немає)
ONETERR	Одноразові помилки (є / немає)	Поточна ознака параметра (є / немає)
REPERR	Багаторазові помилки (є / немає)	Поточна ознака параметра (є / немає)
JATHR	Напруга на датчикі положення дросельної заслінки, мВ	Вимірює значення напруги, мВ
JAUACC	Напруга живлення блоку керування, мВ	Вимірює значення напруги, мВ
JATWAT	Напруга на датчикі температури охолоджувальної рідини, мВ	Вимірює значення напруги, мВ
JATAIR	Напруга на датчикі температури повітря, мВ	Вимірює значення напруги, мВ
JARCO	Напруга на датчикі регулювання вмісту CO, мВ	Вимірює значення напруги, мВ

Навчальне видання

Роман Данилович Кузьмінський
Андрій Остапович Шарибура

РЕМОНТ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

Навчальний посібник

Редактор: М.М. Забор

Коректор: Л.Г. Лісович