3.4. Діагностування блоків автомобільної електроніки на дільниці відновлення

3.4.1. Загальні принципи діагностування електронних пристроїв

До переліку електронних блоків (ЕБ) автомобіля відносяться: транзисторні комутатори струму котушок запалювання; електронні регулятори напруги бортової мережі; блоки керування економайзером примусового холостого ходу (ЕПХХ); електронні тахометри; електронні реле блокування стартера (РБС), покажчиків повороту (РПП), склоочисників (РСО), захисту від перевищення частоти обертання ДВЗ; електронні сигналізатори контролю справності ламп та аварійного падіння рівня мастила.

Перш ніж приступити до локалізації несправності ЕБ в умовах дільниці відновлення необхідно отримати підтвердження діагнозу (впевнитися, що блок дійсно непрацездатний), щоб виключити помилкові та зайві втручання. Помилковий діагноз про несправність ЕБ, який поставлено на борту автомобіля, може бути спричинений: порушенням проводки підключення ЕБ; несправністю інших пристроїв, які мають електричний зв’язок з ЕБ, що перевіряється (датчики, виконавчі пристрої); неправильним режимом вимірів, несправністю (або невідповідністю) діагностичного приладу на підставі якого поставлено діагноз, помилкою оператора.

Щоб підтвердити чи спростувати попередній діагноз, необхідно виконати випробування електронного блока, імітуючи умови борту автомобіля (перевірка блоку за вихідними діагностичними параметрами). Для цього до рознімання (виводів) електронного блока, що перевіряється, підключають: джерело живлення з контролем рівня напруги та струму споживання; еквівалент навантаження блоку; імітатори вхідних впливів (генератори електричних сигналів, комутуючі пристрої). Як вихідні діагностичні параметри ЕБ, при цьому, розглядаються: значення опорів на виводах рознімання зовнішніх підключень; сила струму споживання або в навантаженні; значення напруги, підведеної до навантаження; параметри форми та часові параметри керуючого сигналу. Якщо діагноз про несправність ЕБ підтверджено, його вибраковують або відновлюють.

При локалізації несправності в ЕБ (пробоїв елементів схеми або пошкодження монтажу), у якості діагностичних обирають структурні електричні параметри (напругу або опір), які вимірюють в контрольних точках схеми пристрою.

Процес діагностування ЕБ поєднує «холодні» (без підключення живлення) та «гарячі» (з підключенням живлення) перевірки. Під час «гарячих» перевірок пристрій тестується в режимі спокою (без подачі вхідних сигналів керування) або в активному режимі (з подачею вхідних сигналів). При цьому, навантаження пристрою забезпечує робочий режим або ні (холостий хід). За результатами перевірок відбувається структурна (працездатний чи непрацездатний) і параметрична (задовольняють чи не задовольняють нормованим значенням параметрів) ідентифікація несправності. Загальний алгоритм процесу діагностування ЕБ, незалежно від призначення (типу) електронного блока, наведено на рис. 3.4.1.

Спочатку, зазвичай, перевіряють опори на виводах рознімання за допомогою омметра. Низький опір на виводах рознімання відносно маси, в багатьох випадках, свідчить про пробій транзисторів (вхідного чи вихідного) або замикання монтажу, надмірне значення – про обриви кіл.

При подачі живлення з номінальною напругою оцінюють силу струму споживання ЕБ і порівнюють з номінальним значенням за паспортними даними. В колі навантаження ЕБ також передбачають амперметр і вимикач для його відключення. Таким чином забезпечується контроль струмів в колах ЕБ на холостому ході та під навантаженням.

Якщо сила струму споживання перебільшує номінальне значення, це свідчить про наявність замикань (пробоїв). Недостатня сила струму або його відсутність вказують на перегорання елементів чи гальванічні порушення монтажу.

Якщо струм споживання ЕБ відповідає паспортним значенням у режимі спокою (без впливів вхідних сигналів), переходять до наступного етапу. На входи ЕБ подають інформаційні сигнали (від імітаторів сигналів датчиків) з контролем їх параметрів (амплітуди, частоти, шпаруватості) та забезпечують номінальний режим функціонування ЕБ. При цьому спостерігають за реакцією амперметра у колі навантаження.

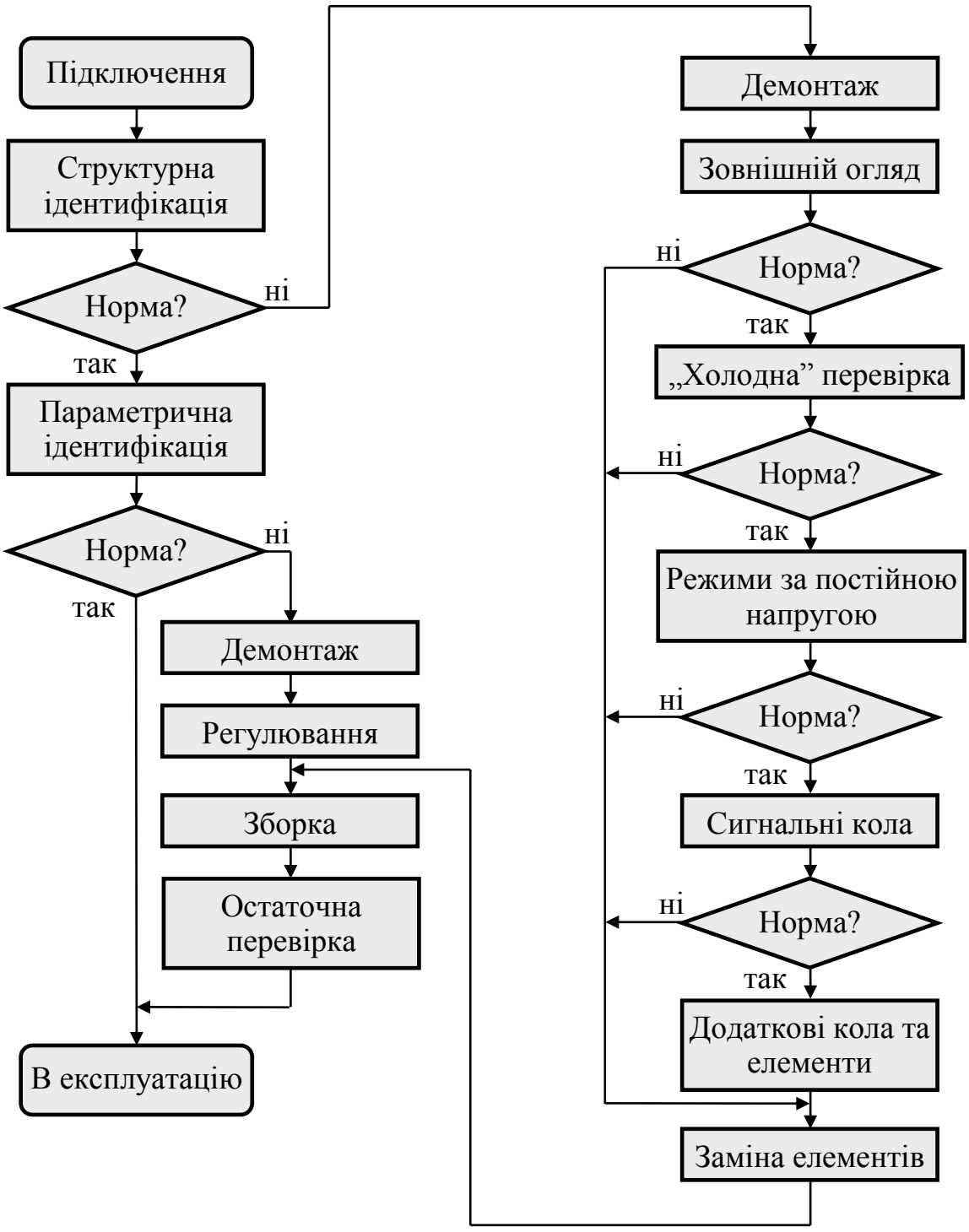

Рис. 3.4.1. **Загальний алгоритм процесу діагностування електронних блоків на ділянці відновлення**

Якщо алгоритм функціонування ЕБ відповідає його призначенню, вважають пристрій працездатним (структурна ідентифікація). В цьому випадку проводять кількісну оцінку вихідних параме-

трів ЕБ (параметричну ідентифікацію) та, в разі необхідності, виконують його регулювання (настроювання).

Для виконання операції регулювання забезпечують доступ до його монтажного блоку. Процес регулювання (калібрування) полягає в налаштуванні параметрів елементів, які визначають режими функціонування ЕБ. Під час регулювання ЕБ здійснюється контроль його вихідних параметрів. Після регулювання ЕБ збирають та остаточно перевіряють.

При відхилені значень струму споживання від норми або якщо ЕБ не функціонує, підтверджується діагноз про його несправність та переходять до другого етапу діагностування за структурними параметрами. В цьому випадку виконують часткове розбирання блоку та зовнішній огляд елементів та монтажу (суб'єктивна діагностика).

При наявності ознак несправностей окремих елементів або монтажу (обгорання, оплавлення, зміна кольору, механічні пошкодження, руйнування) діагноз про несправність елементу підтверджують шляхом «холодної» перевірки (за допомогою омметру) і, в разі необхідності, елемент замінють. Далі повторюють перевірку функціонування ЕБ в робочому стані. Якщо ЕБ при цьому не функціонує, його відключають від живлення та виконують перевірку схеми пристрою (в першу чергу напівпровідникових приладів) омметром з використанням карти опорів. При необхідності виводи елементів випаюють для вимірювання опорів окремих ділянок.

Якщо «холодна» перевірка не дозволяє локалізувати несправність пристрою, переходять до перевірки ЕБ в «гарячому» стані. Перш за все, перевіряють режими активних елементів схеми за постійною напругою на їх виводах з використанням карти потенціалів. Якщо такої інформації бракує, режими транзисторів та їх технічний стан визначають по співвідношенню потенціалів між електродами (рис. 3.4.2).

Для транзистора, який функціонує в лінійному режимі (рис.2.32, а) розподіл потенціалів між електродами визначає пряме зміщення емітерного та зворотне зміщення колекторного переходів (напруга на виході транзистора більше за напругу на його вході $U_{ке} > U_{бе}$). У транзистора, який перебуває у стані відсічки (рис. 2.32, б), обидва переходи зміщені у зворотному, а в режимі насичення (рис. 2.32, в) – в прямому напрямку. При цьому в стані насичення

напруга на вході транзистора перевищує напругу на його виході $U_{бе} > U_{ке}$, а в стані відсічки – навпаки.

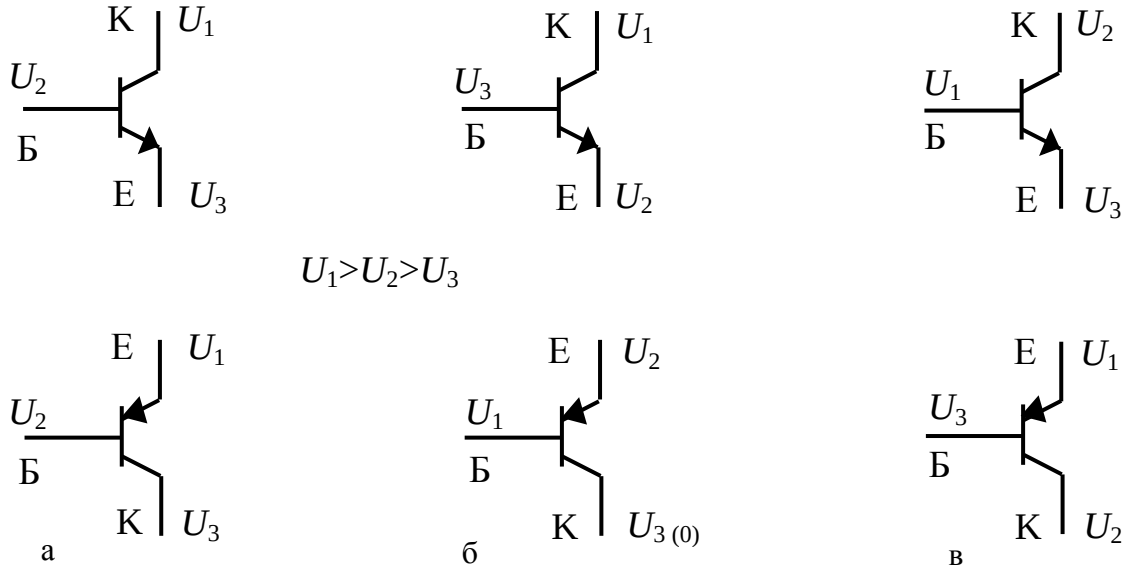

Рис. 3.4.2. **Співвідношення потенціалів на електродах справного транзистора:**
а – в лінійному режимі; б – в стані відсічки; в – в стані насичення

Якщо напруга на вході $U_{бе}$ чи виході $U_{ке}$ транзистора дорівнює нулю (або потенціали електродів однакові), – транзистор пробитий. Якщо ці напруги значно перевищують нормовані значення (дорівнюють напрузі живлення пристрою $U_ж$) – в транзисторі обірвані (перегоріли) електроди підключення зон приладу. Якщо напруга на електродах транзистора відносно спільного виводу (маси) дорівнює нулю, спостерігається обрив кіл живлення (обірвані або перегоріли пасивні елементи схеми або пошкоджено монтаж).

Наступним етапом діагностування (якщо режими за постійною напругою у нормі) є перевірка режимів схеми за змінною напругою по сигнальних колах. Для цього на блок подають вхідні сигнали (підключають імітатори) і спостерігають проходження сигналу по каскадах пристрою за допомогою вольтметра змінної напруги або осцилографу. До несправностей сигнальних кіл слід віднести: пошкодження, обриви, замикання міжкаскадних зв’язків (елементів), вхідних фільтрів, гальванічних розв’язок; руйнування монтажу; обриви електродів підключення у структурі транзисторів чи мікросхем.

У ряді випадків причиною непрацездатності ЕБ може бути несправність додаткових кіл та елементів схеми: захисту транзисторів, термостабілізації режимів, зворотних зв'язків (для приладів релаксаційного типу ці зв'язки є основними), фільтри живлення та інші. Такі несправності вишукують відповідно до схем ЕБ конкретного призначення з урахуванням умов їх функціонування. Після локалізації несправності здійснюється її усунення, ЕБ збирається та остаточно перевіряється.

До переліку методів перевірок ЕБ слід додати метод діагностування за температурними потенціалами. Цей метод полягає у вимірюванні температур поверхонь елементів схеми та порівнянні їх з картою температур справного пристрою у номінальному режимі функціонування. Перевищення температури будь-якого елементу схеми свідчить про наявність замикань (пробоїв, витоків), зниження – про обриви кіл (перегоряння елементів, руйнування монтажу). Метод дозволяє оперативно локалізувати несправний елемент та виключає помилкове втручання в монтаж пристрою і необережні замкнення монтажу вимірювальними затискачами під час перевірки структурних параметрів. Ці передумови визначають ефективність методу при діагностуванні ЕБ зі значною кількістю активних елементів схеми. Для вимірювання температури елементів використовують спеціальні мультиметри, в яких передбачено використання температурного зонду.

Робоче місце дільниці відновлення комплектується монтажним обладнанням та універсальними вимірювальними приладами за переліком:

- монтажний інструмент та витратні матеріали;
- паяльники малої та середньої потужності;
- комутаційна апаратура для здійснення підключень приладів до ЕБ (конектори, штатні рознімання, вимикачі, затискачі);
- джерело живлення стабілізованої постійної напруги, що регулюється в діапазоні 4…20 В та забезпечує струм у навантаженні до 10 А з контролем цих параметрів та електронним захистом від перевантажень;
- два мультиметри (тестери) або комплект вимірювальних приладів, що їх замінюють (омметр, вольтметр і амперметр);

- генератор гармонійних коливань з вихідною напругою, яка регулюється за частотою в діапазоні 10…20000 Гц та за амплітудою в діапазоні 0,2…10 В і має вихідний опір не більше 600 Ом (вимірювальний генератор звукового діапазону типу ГЗ-102);

- генератор прямокутних імпульсів з регулюванням частоти надходження 5…50000 Гц, шпаруватості формування 5…95%, амплітуди сигналу 0,5…20 В, і вихідним опором не більше 600 Ом (вимірювальний генератор прямокутних імпульсів типу Г5-54);

- двоканальний осцилограф без будь-яких особливих вимог до технічних характеристик (універсальний осцилограф типу С1-93).

Для організації процесу діагностування робоче місце також забезпечується комплектом еквівалентів навантажень або штатних навантажень ЕБ і комплектом нормативної та діагностичної документації (технічні паспорти, схеми, діагностичні карти, довідники) за переліком ЕБ (призначенням, типом, модифікацією), що підлягають відновленню.

3.4.2. Діагностування електронних регуляторів напруги

Перевірка електронних регуляторів напруги за допомогою омметра (рис. 3.4.3, а) дозволяє оперативно виявити найбільш ймовірні несправності РН (пробій виконавчого транзистора та захисного діода) без використання діагностичної документації (схеми електричних підключень, карти опорів рознімання).

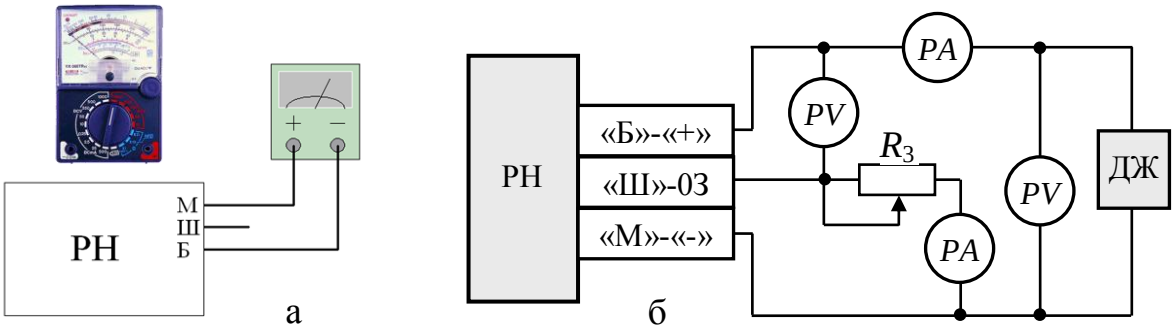

Рис. 3.4.3. **Схема підключень приладів при перевірках регулятора напруги за вихідними параметрами:**
а – за допомогою омметра; б – за струмом споживання

Під час перевірки РН за вихідними параметрами у «гарячому» стані забезпечують два статичних режими: під напругою спрацьовування $U_С > U_{РН}$, коли струм в колі збудження відсутній $I_З = 0$, та при напрузі повернення $U_П > U_{РН}$, коли коло збудження споживає струм $I_З = U_Ж/R_З$. При цьому, до РН підключають вимірювальні прилади *PA*, *PV*; еквівалент навантаження $R_З$ (резистор, що відповідає опору обмотки збудження); регульоване джерело живлення постійної напруги ДЖ (рис. 3.4.3).

Для перевірки регулятора напруги за струмом споживання прокоментуємо на прикладі схеми (рис. 3.4.4).

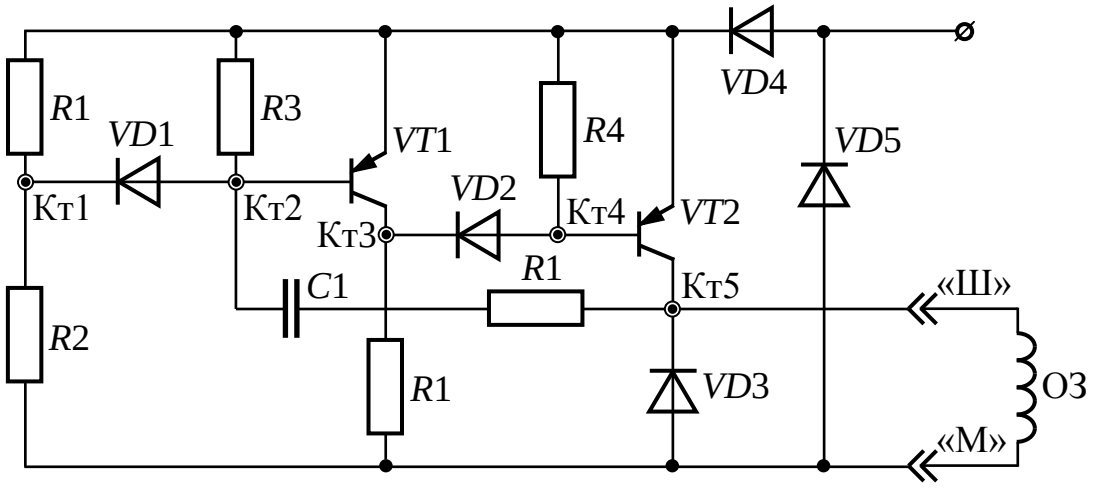

Рис. 3.4.4. **Схема електрична принципова безконтактного регулятора напруги**

Для активізації пристрою поступово підвищують напругу живлення та спостерігають за реакцією вимірювальних приладів. При цьому можливі наступні варіанти.

1. Струм споживання (*PA*1) відсутній $I_1 = 0$ при будь-яких напругах живлення. Така реакція амперметра свідчить про обрив кола живлення в середині конструкції регулятора: порушення контактів «Б» чи «М» підключення рознімання до монтажної плати; обрив діоду живлення *VD*4.

2. Струм споживання I_1 досягає десятки міліампер з підвищенням напруги живлення до значень $U_Ж < U_С$, а після перевищення $U_Ж > U_С$ спостерігається різке його підвищення до сотень міліампер (струм в колі навантаження при цьому $I_2 = 0$). Таким ознакам відповідає обрив діода *VD*2.

3. Якщо з підвищенням напруги живлення струм I_1 раптово зростає до сотень міліампер, а струм в навантаженні $I_2 = 0$ – пробитий (замкнений) стабілітрон *VD*1 або транзистор *VT*1.

4. Струм I_1 має занадто великі значення навіть при мінімальних значеннях напруги живлення струм $I_2 = 0$. В такому випадку слід негайно відключити джерело живлення, щоб запобігти перенавантаження. Така реакція свідчить про короткі замикання в монтажі РН або пробої напівпровідникових приладів схеми (захисний діод *VD*3, діод інверсного підключення *VD*5).

5. Струм навантаження $I_2 \approx I_1$ підвищуються пропорційно напрузі живлення, при $U_Ж = U_{РН}$ має номінальне значення, а при $U_Ж > U_С$, I_2 не дорівнює нулю (регулятор не спрацьовує). Така реакція спостерігається при пробитому транзисторі *VT*2 (якщо напруга на його виході *PV*2 дорівнює нулю) або обрив у колі стабілітрону *VD*1 та транзистора *VT*1 (якщо падіння напруги на відчиненому транзисторі $U_2 = 0{,}2…1{,}5$ В).

Подальша локалізація несправності РН здійснюється шляхом «холодної» перевірки елементів за допомогою омметру або перевірки режимів напівпровідникових приладів за постійною напругою (див. рис. 3.4.2).

Для прикладу, наведемо рівні потенціалів в контрольних точках схеми (рис. 3.4.4) справного РН, коли навантаження $R_з$ підключено (табл. 3.4.1). При цьому вважаємо, що напруга регулювання $U_{РН} = 13$ В, напруга стабілітрона $U_{СТ} = 4{,}7$ В, потенціальні бар'єри емітерних переходів транзисторів та переходу діоду *VD*2 складають $U_0 = 0{,}6$ В.

Таблиця 3.4.1

Карта потенціалів справного регулятору напруги

Режим (стан) РН	Напруга відносно маси, В				
	КТ1	КТ2	КТ3	КТ4	КТ5
$U_С = 14$ В	8,6	13,3	13,6	14	0
$U_П = 13$ В	7,8	12,7	11,4	12	12,6

Якщо регулятор напруги працездатний, переходять до якісної оцінки його вихідних параметрів, а саме вимірюють значення напруг спрацьовування $U_С$ та повернення $U_П$ (*PV*1) і падіння напруги

на виконавчому транзисторі *VT*2 (*PV*2), порівнюючи їх з паспортними значеннями. Якщо значення $U_С$, $U_П$ не задовольняють технічним характеристикам, здійснюють регулювання РН за рахунок калібрування опорів вимірювального подільника *R*1, *R*2. Якщо падіння напруги на *VT*2 у відчиненому стані перевищує нормоване значення (долі вольта), транзистор перебуває у лінійному режимі (струм навантаження I_2 при цьому менше за норму). Причиною тому може бути пробій діода *VD*2.

Слід зазначити, що при проведенні перевірок електронних регуляторів напруги різного типу необхідно враховувати особливості їх будови: наявність додаткових виводів та сезонного перемикача; схемні рішення вимірювальної частини, вихідного каскаду; підсилюючих каскадів та релаксаторів захисту; наявність елементів захисту та стабілізації режимів транзисторів, кіл зворотних зв'язків, фільтрів живлення. Щодо зовнішніх підключень, еквівалент навантаження $R_з$ може підключатися до виводів «+» – «Ш» або «-» – «Ш» в колекторне або емітерне коло виконавчого транзистора.

Регулятори в інтегральному виконанні не підлягають відновленню, і тому перевіряються тільки за вихідними параметрами без локалізації місця пошкодження.

3.4.3. Діагностування комутаторів струму систем запалювання

До групи блоків комутаторів струму (КС) належать електронні пристрої різної структури, які використовуються у складі систем запалювання різного типу. Перелік пристроїв цієї групи складають: комутатори контактно-транзисторних; безконтактних систем запалювання; систем запалювання з нормуванням часу накопичення енергії в котушці; комутатори систем запалювання з накопиченням енергії в ємнісному елементі та інші. Слід зазначити, що перелічені КС значно відрізняються за схемним рішенням та елементною базою їх побудови. Рівень складності схем пристрою та кількість вихідних параметрів, що підлягають контролю, визначають метод та засоби діагностування КС кожного конкретного типу.

Комутатори контактно-транзисторних систем є найбільш простими та складаються з декількох дискретних елементів змонтова-

них в металевому корпусі-радіаторі. Схема електрична принципова комутатору типу ТК-102 показана на рис. 4.4.5.

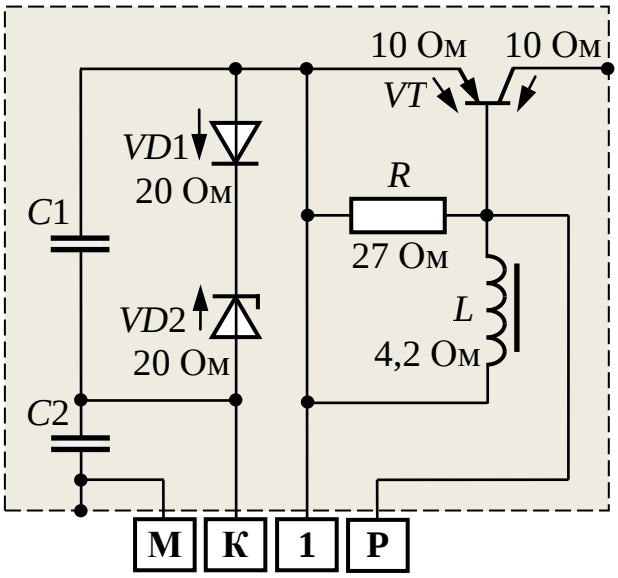

Рис. 4.4.5. **Схема електрична принципова комутатора струму типу ТК102**

Несправний елемент КС такого типу доцільно ідентифікувати за вихідними параметрами з використанням карти опорів розніманння. Карта опорів (табл. 3.4.1) формується аналітично на підставі схеми електричної принципової за еквівалентними опорами кіл підключення омметра або експериментально, шляхом імітації пошкоджень на реальному зразку.

Таблиця 3.4.1

Карта опорів комутатора струму ТК-102А

Стан	Опори між виводами рознімання											
	Р-М	Р-М	Р-1	1-Р	Р-К	К-Р	М-1	1-М	М-К	К-М	1-К	К-1
справний	∞	10	3,6	2,7	∞	∞	13,6	∞	∞	∞	∞	∞
пробій к-б *VT*	0	0	3,6	2,7	∞	∞	3,6	2,7	∞	∞	∞	∞
пробій б-е *VT*	∞	10	0	0	∞	∞	10	∞	∞	∞	∞	∞
пробій *VD*2	∞	10	3,6	2,7	23,6	∞	13,6	∞	33,6	∞	20	∞
пробій *VD*1	∞	10	3,6	2,7	∞	2,7	13,6	∞	∞	∞	∞	20
пробій *C*1	∞	10	3,6	2,7	3,6	3,6	13,6	∞	13,6	∞	0	0
пробій *C*2	∞	10	3,6	2,7	∞	∞	13,6	∞	0	0	∞	∞
обрив *L*	∞	10	27	7,3	∞	∞	37	∞	∞	∞	∞	∞
обрив *R*	∞	10	4,2	4,2	∞	∞	14,2	∞	∞	∞	∞	∞

Зазначимо, що при формуванні карти опорів для комутаторів струму окремних модифікацій слід враховувати їх особливості: номінали елементів, тип та провідність транзистора, використання імпульсного трансформатора замість дроселя.

Операції діагностування комутаторів безконтактних систем запалювання (типу ТК-200) доцільно проводити в такій послідовності. Спочатку вимірюється опір між виводами КЗ-М (рис. 4.4.6), щоб визначити стан виконавчого транзистора *VT*3 (найбільша ймовірність несправності).

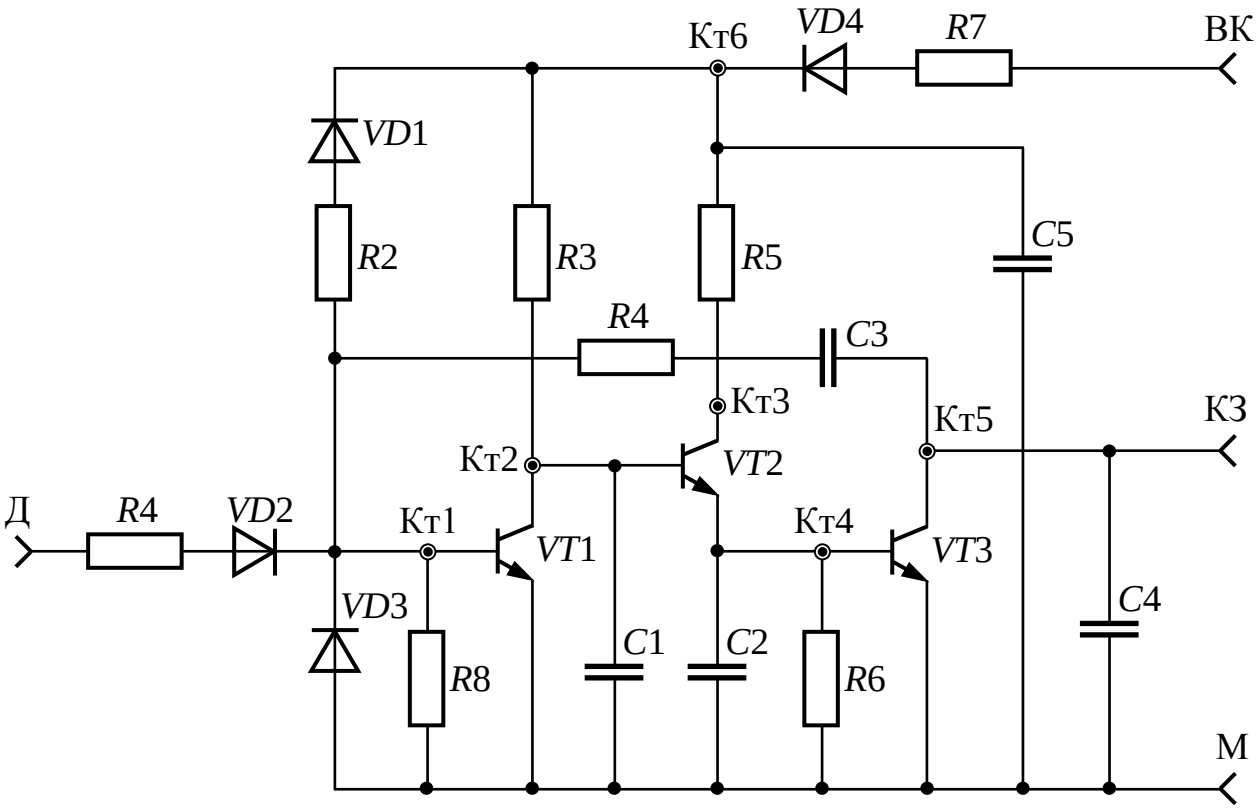

Рис. 3.4.6. **Схема електрична принципова комутатора струму типу ТК 200**

Цей опір для справного транзистора має складати більш за 100 кОм у прямому та зворотному напрямках. Якщо транзистор справний, виконують перевірку комутатора в статичних режимах. Для цього до комутатора підключають еквівалент навантаження $R_{КЗ}$ (замість котушки запалювання), джерело живлення з напругою, що регулюється та імітують наявність (чи відсутність) сигналу запалювання за допомогою вимикача *SA* (рис. 3.4.7).

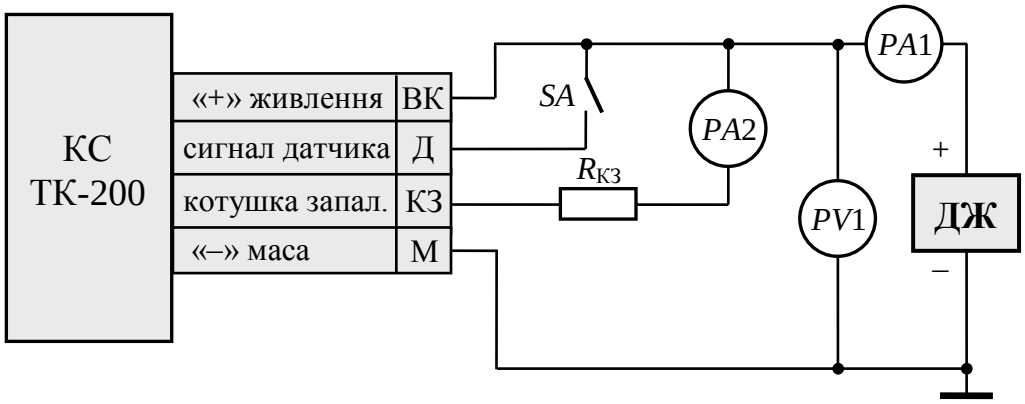

Рис. 3.4.7. **Зовнішні підключення приладів для діагностування комутатора струму в статичних режимах**

При цьому спостерігають за значеннями струмів споживання (*PA*1) та навантаження (*PA*2) під дією номінальної напруги (*PV*1). На підставі аналізу схеми електричної принципової та показань вимірювальних приладів ставиться попередній діагноз про стан комутатора в цілому, або про несправність його окремих елементів (насамперед напівпровідникових приладів) чи монтажу.

Подальша локалізація несправності здійснюється за структурними параметрами методом «холодної» (карта опорів між контрольними точками Кт), а потім «гарячої» перевірки блоку в статичних режимах за картою потенціалів (табл. 2.12).

Таблиця 3.4.2

Карта потенціалів справного комутатору ТК-200

Напруга на вході, В	Потенціали контрольних точок схеми, В					
	Кт1	Кт2	Кт3	Кт4	Кт5	Кт6
$U_{ВХ} = 0$	0,0	2,3	1,8	1,5	1,0	10,0
$U_{ВХ} = 12$	0,7	0,1	11,2	0,0	12,0	11,4

Після усунення несправності в основних колах схеми виконують перевірку додаткового кола захисту комутатора від перебільшення напруги живлення (стабілітрон *VD*1, резистор *R*2). Для цього відключають вхідну напругу (*SA* – розімкнено), щоб запобігти пошкоджень вхідного каскаду, та підвищують напругу живлення (*PV*1) до 18 В. При справному колі захисту підвищення напруги має привести до відключення кола навантаження $I_{КЗ} = 0$ (*PA*2).

Щоб остаточно впевнитися в працездатності комутатора (елементів захисту, стабілізації режимів; зворотного зв’язку), його ви-

пробують в динамічному режимі під реальним навантаженням (імітація умов борту автомобіля). Для цього до комутатора підключають відповідну котушку запалювання з високовольтним розрядником, а на вхід подають сигнал керування від вимірювального генератора (Г3-102, Г5-54). Випробування проводять в робочих діапазонах (амплітуди та частоти) сигналу запалювання, спостерігаючи за якістю іскроутворення на розряднику. Випробування комутаторів струму в динамічному режимі зручно проводити на стендах типу СПЗ (див. рис. 2.3.13).

Комутатори струму з нормуванням часу накопичення енергії в котушці запалювання (типу 36.3734) більш складні за схемним рішенням, містять мікросхеми та реалізують декілька функцій: нормування часу (основна); обмеження та відсічки струму в колі котушки запалювання (додаткові). Процес діагностування КС такого типу доцільно проводити в наступній послідовності:

1. Перевірка стану елементів, що утворюють коло комутації струму в котушці запалювання за допомогою омметра.

2. Перевірка стану комутатора за значеннями струму споживання в статичних режимах.

3. Перевірка функціонування каналу відсічки та обмеження струму за вихідними параметрами у статичних режимах.

4. Перевірка функціонування каналу нормування часу накопичення за вихідними параметрами у динамічному режимі.

5. Пошук несправного елементу методом температурних потенціалів.

6. Локалізація несправності за картою потенціалів (за допомогою вольтметра) у статичних режимах.

7. Локалізація несправностей за осцилограмами у динамічному режимі (генератор, осцилограф).

8. Перевірка працездатності КС при коливаннях напруги живлення.

9. Остаточна перевірка працездатності КС під реальним навантаженням у робочому діапазоні обертання двигуна.

Щоб перевірити вихідне коло КС, вимірюють опір між виводами 1 і 2 рознімання блоку. Для справного стану кола згідно зі схемою (рис. 3.4.8) опір у прямому напрямку повинен дорівнювати $R_{1,2}$ = 2,9 кОм, у зворотному – $R_{2,1} = \infty$.

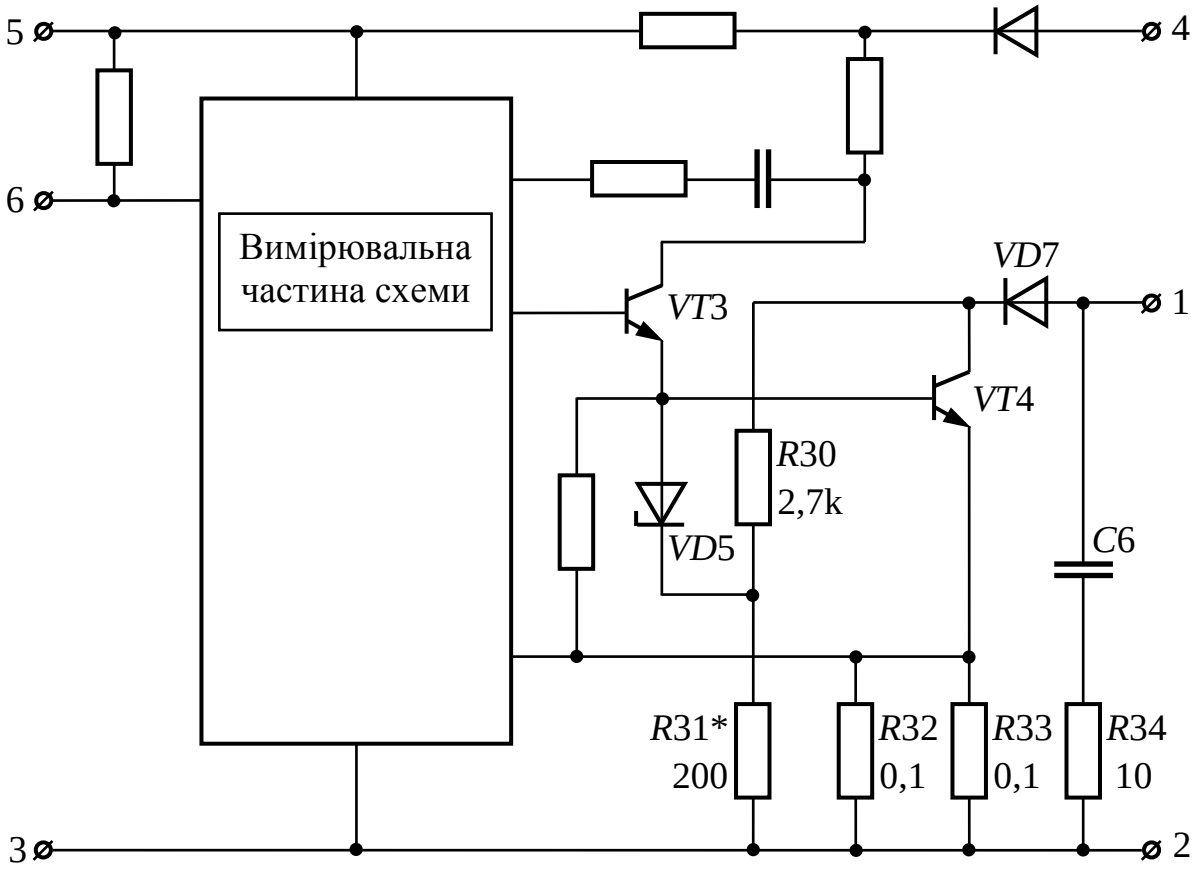

Рис. 3.4.8. **Схема електрична принципова вихідного каскаду комутатора струму системи запалювання з нормуванням часу накопичення енергії**

В разі пробою елементів вихідного кола маємо такі результати вимірювань:

- пробій захисного діоду *VD*7 – $R_{1,2}$ = 2,9 кОм, $R_{2,1}$ = 2,9 кОм;
- пробій виконавчого транзистора *VT*4 – $R_{1,2}$ = 0, $R_{2,1}$ = ∞;
- пробій конденсатору *C*5 – $R_{1,2}$ = 10 Ом, $R_{2,1}$ = 10 Ом;
- пробій *VD*7 та *VT*4 водночас – $R_{1,2}$ = 0, $R_{2,1}$ = 0.

На другому етапі, КС перевіряється у двох статичних станах – при відсутності сигналу з датчика (коли вимикач *SA*2 – розімкнуто) та при його наявності (*SA*2 – замкнено). Схему зовнішніх підключень «гарячої» перевірки комутатору струму у статичних режимах показано на рис. 3.4.9.

Можлива реакція амперметру кола живлення *PA*1 визначається відповідно до схеми пристрою та несправностей (замкнення, обриви, пробої), що можуть мати місце на час діагностування.

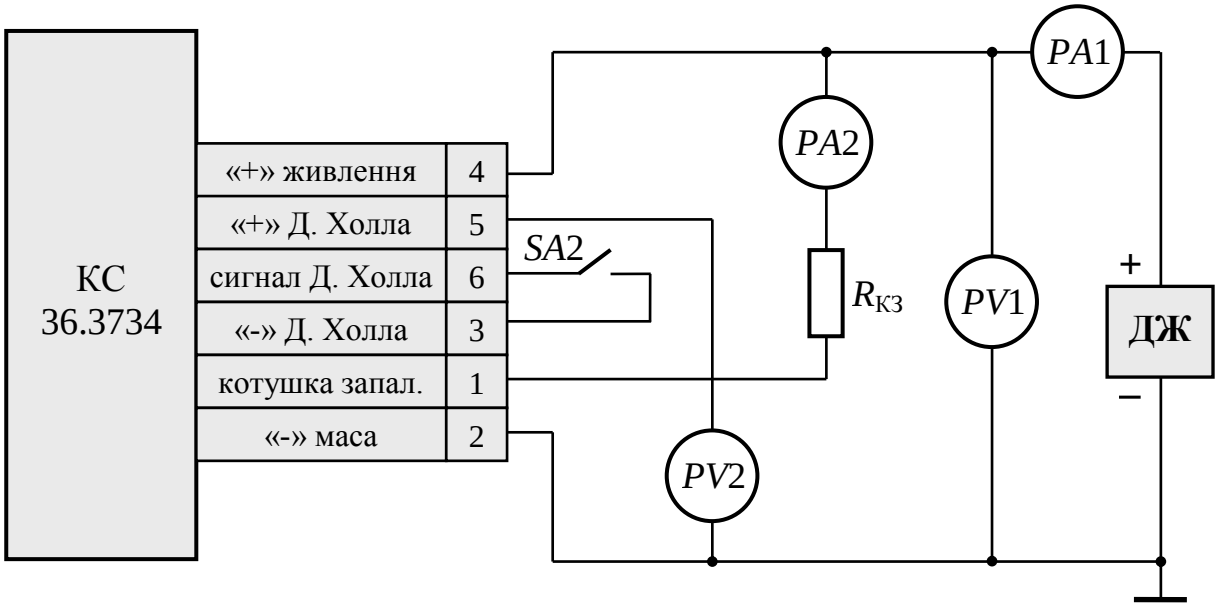

Рис. 3.4.9. **Зовнішні підключення приладів для діагностування комутатора струму в статичних режимах**

При справному каналі відсічки та спільних з ним каскадів схеми може спостерігатися відключення струму навантаження *PA*1 через 5…7 секунд після подачі живлення.

Працездатність каналу обмеження струму оцінюється за реакцією амперметру кола навантаження *PA*2 при підвищені напруги живлення більш за номінальні значення. Якщо канал обмеження функціонує, струм навантаження має не перевищувати фіксованого значення $I_{КЗ}$ = 8 А.

Для перевірки каналу нормування часу накопичення застосовується генератор прямокутних імпульсів ГІ та двоканальний осцилограф ЕО (рис. 3.4.10).

Генератор імітує імпульси сигналу запалювання (датчика Холла) амплітудою 7…8 В та шпаруватістю 30% в діапазоні частот 33…150 Гц. Роботу каналу слід вважати задовільною, якщо шпаруватість на виході комутатора (вхід *Y*2 осцилографа) змінюється відповідно до зміни частоти імпульсів вхідного сигналу (вхід *Y*1 осцилографу) та тривалість імпульсів струму в навантаженні (час накопичення енергії) не виходить за межі 4…8,5 мс.

Якщо по результатах перевірок за вихідними параметрами (в зібраному стані) несправність КС підтверджена (локалізована до рівня каналу), блок пристрою частково демонтується та перевіряється

за структурними параметрами з метою локалізації несправності до рівня елементу схеми чи пошкодження монтажу.

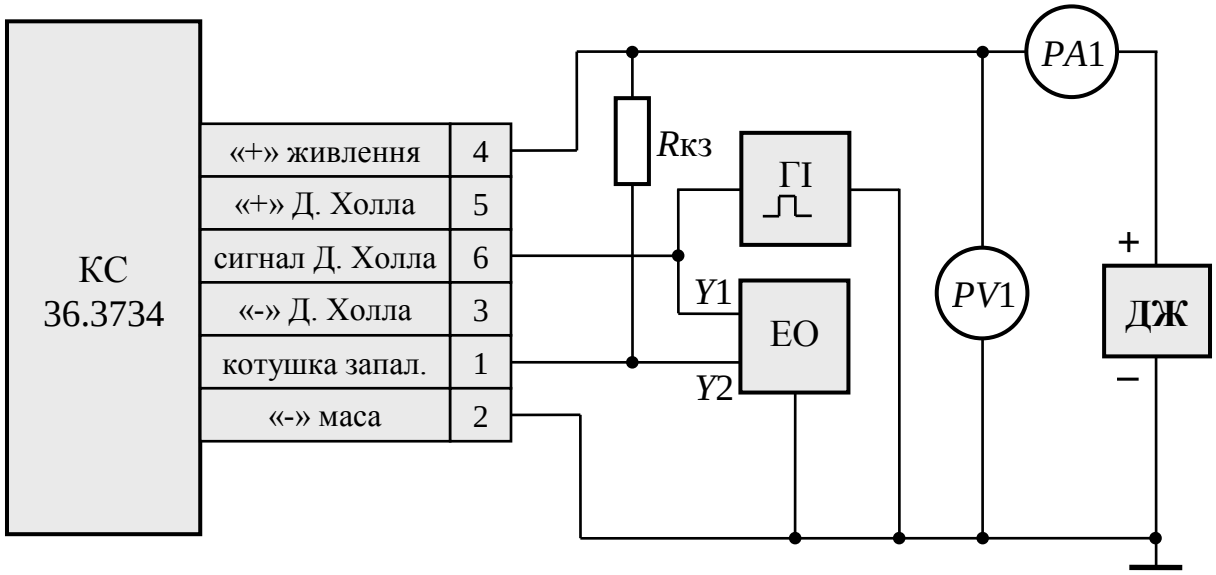

Рис. 3.4.10. **Зовнішні підключення приладів для діагностування комутатора струму в динамічному режимі**

У випадку, коли струм, що споживається КС, перебільшує номінальне значення, доречно перш за все виконати перевірку температурних режимів елементів схеми (метод температурних потенціалів). В разі, якщо струм споживання менший за номінальні значення, слід виконати перевірку режимів транзисторів та мікросхем у статичних режимах (режими за постійною напругою) та порівняти результати вимірів з картою потенціалів справного пристрою. При необхідності (уточнення діагнозу) паралельно проводять «холодну» перевірку підозрілих елементів після відключення живлення.

Схеми КС з нормуванням часу накопичення енергії мають кола, що параметруються частотою (канал нормування та без іскрової відсічки), і тому несправні елементи цих кіл не завжди можливо визначити за результатами аналізу параметрів у статичних режимах. У таких випадках аналізуються осцилограми (часові діаграми напруг) у контрольних точках схеми. За результатами аналізу сигналів у робочому діапазоні частот обертання двигуна локалізується несправний елемент чи місце пошкодження монтажу.

Після усунення несправностей виконують перевірку працездатності КС при коливаннях напруги живлення в межах 6…18 В. При

таких випробуваннях використовується динамічний режим функціонування. При цьому, проводять комплексну перевірку працездатності всіх каналів керування за вихідними параметрами (аналіз осцилограм сигналу на виході КС) та стабілізатора напруги живлення вимірювальної частини пристрою. Напруга стабілізації вимірюється на виводі 5 рознімання блоку (живлення датчика Холла) та має підтримуватися на рвані 6…8 В у всьому діапазоні коливань напруги живлення.

Під час остаточної перевірки працездатності КС від нього від'єднуються вимірювальні прилади та підключається штатна котушка запалювання з іскровим розрядником. Випробування проводять в робочих діапазонах частот сигналу запалювання та коливань напруги живлення. Контроль працездатності КС на цьому етапі здійснюється на підставі суб'єктивної оцінки якості іскрового розряду. Слід зазначити, що послідовність перелічених етапів діагностування комутаторів струму та необхідність їх проведення в багатьох випадках визначається за результатами попередніх перевірок та залежить від фактичного стану пристрою на час діагностування.

Двоканальні комутатори струму з нормуванням часу накопичення енергії (типу 42.3734), які застосовуються в мікропроцесорних системах запалювання з холостою іскрою, відрізняються від одноканальних наявністю двох ідентичних каналів (нормування часу накопичення, обмеження струму у колі котушки запалювання) та схеми вибору каналу. Методика діагностування КС схожа з методикою діагностування одноканальних комутаторів за винятком того, що до КС підключаються два навантаження, а на вхід КС подаються два сигнали керування (сигнал запалювання та сигнал вибору каналу). При перевірках КС за структурними параметрами слід враховувати особливості схемних рішень кожної їх модифікації. Так, наприклад, схеми КС з нормуванням часу накопичення енергії можуть бути побудовані на операційних підсилювачах мікросхем загального призначення або на спеціалізованих мікросхемах автомобільної електроніки (типу L497 B, L482, КР1055ХП2). Останнім часом у системах запалювання застосовуються комутатори струму, виконані за гібридною технологією (інтегральні мікросхеми та безкорпусні елементи). Комутатори такого типу не підлягають відновленню та перевіряються тільки за вихідними параметрами. До переліку при-

строїв такого конструктивного виконання належать комутатори закордонних (BOSCH 0227 100, HIM 52, RT-1903-RT) та вітчизняних (К5612.3734, К563.3734, К56.3734, 96.3734, 0529.3734) виробників.

Окрему групу складають КС, які застосовуються у системах запалювання з накопиченням енергії в ємнісному елементі. У якості виконавчого (комутуючого) приладу в таких КС в більшості випадків, використовується тиристор замість транзисторного ключа. Перевірка КС такого типу за вихідними параметрами проводиться тільки з реальним навантаженням, а контроль процесів в колі котушки запалювання здійснюється за допомогою двоканального осцилографа (рис. 3.4.11).

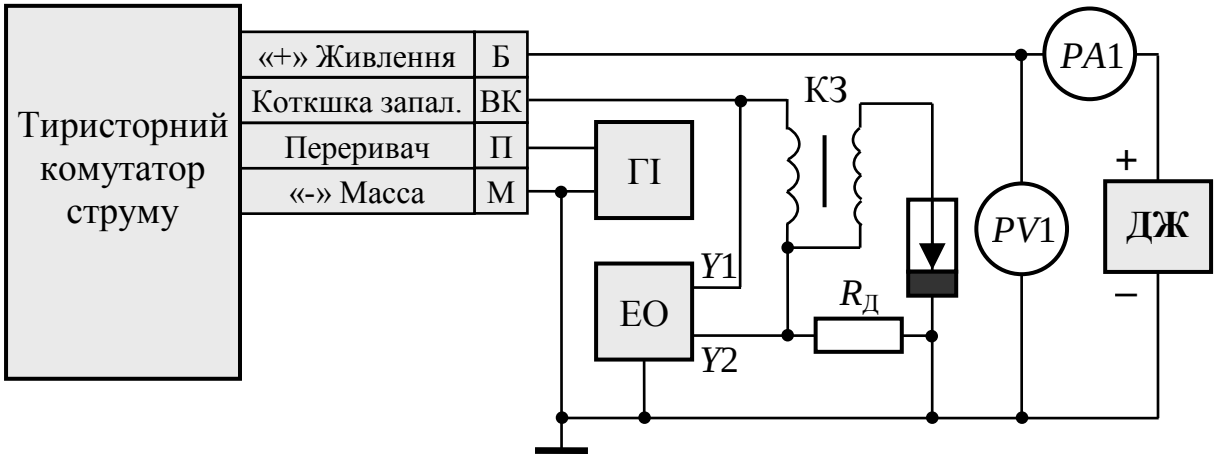

Рис. 3.4.11. **Схема підключення зовнішніх приладів для перевірки тиристорного комутатора струму у динамічному режимі**

Такі вимоги пояснюються тим, що електричний процес в силовому колі системи носить коливальний характер обміну енергією між котушкою запалювання (зовнішнє навантаження) та конденсатором (міститься в блоці комутатора). Осцилограф дозволяє спостерігати часові діаграми напруги (канал *Y*1) та струму (канал *Y*2) у котушці запалювання.

За вихідні діагностичні параметри, які підлягають кількісній оцінці, обираються амплітудні значення напруги на первинній обмотці котушки запалювання та тривалість іскрового розряду. Для непрацездатних КС виконують перевірку за структурними параметрами відповідно до схеми електричної принципової (рис. 3.4.12).

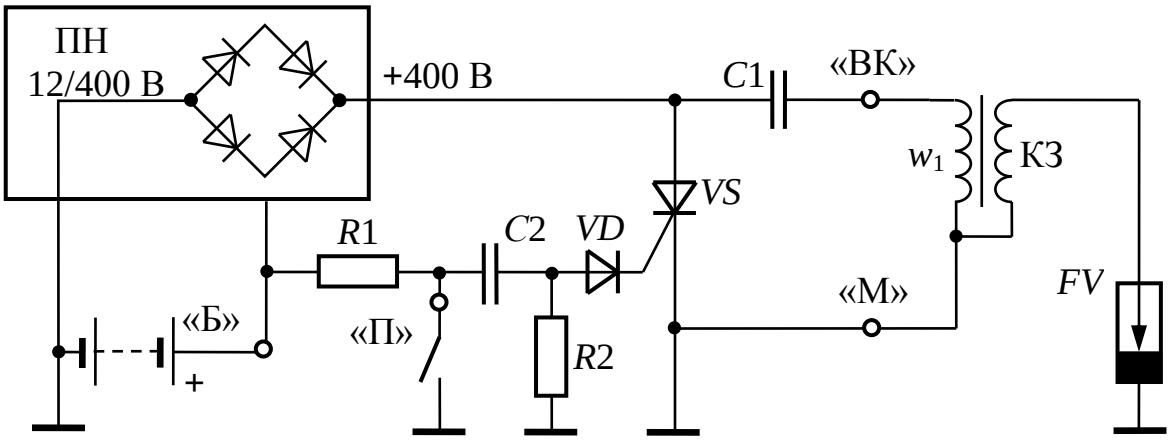

Рис. 3.4.12. **Схема тиристорної системи запалювання з накопиченням енергії в ємності**

У випадку, якщо КС не забезпечує достатньої напруги (тривалості, енергії) іскроутворення на розряднику, в першу чергу перевіряють елементи, які утворюють коливальний контур (тиристор *VS*, конденсатор *C*1), потім діоди випрямляча перетворювача напруги ПН та елементи кола керування тиристором *VD*, *R*1, *R*2, *C*2.

При повній відсутності вихідного сигналу перш за все спостерігають за значенням струму споживання. Якщо струм перевищує номінальні значення – не працює перетворювач напруги або пробиті тиристор *VS* чи конденсатор *C*1. В такому разі доцільно від'єднати вихід випрямляча та виміряти напругу на ньому. Наявність напруги 300…400 В свідчить про несправність виконавчої частини схеми. Струм споживання, в цьому випадку, буде дорівнювати номінальному значенню режиму спокою. Відсутність напруги, підтверджує несправність перетворювача. Якщо в останньому випадку струм споживання виникає – несправні транзистори перетворювача напруги, якщо ні – обірвано коло живлення.

Подальшу локалізацію несправного елементу доцільно виконувати методом «холодної» перевірки з випаюванням виводів окремих елементів у контрольних точках схеми.

Таким чином, процес діагностування електронних КС являє собою досить складний умовний алгоритм проведення перевірок. Але слід зазначити, що обсяг та зміст діагностичних операцій, що необхідні для остаточного діагнозу (при відновленні блоку) визначаються за фактичним станом пристрою, який на час діагностування невідомий.

3.4.4. Діагностування пристроїв бортової автоматики та контролю

Електронні блоки автомобільної автоматики та контролю різного призначення, залежно від їх функціональної структури, можна поділити на дві групи: пристрої релаксаційного типу, основу яких складає електронний генератор; частотнопараметровані пристрої, в яких частота вхідного сигналу визначає функцію перетворення.

До пристроїв релаксаційного типу, які застосовуються на автомобілі слід віднести електронні реле покажчиків поворотів (РПП) та склоочисників (РСО). Такі пристрої працюють в автоколивальному режимі (реле циклічної дії) та за сигнали керування сприймають факт підключення напруги живлення.

Основу побудови електронних реле циклічної дії складають генератори прямокутних імпульсів (мультивібратори). З метою узгодження потужностних параметрів мультивібратора та навантаження блоків (лампи накалювання, електродвигун) до схеми пристроїв додають вихідні підсилюючі каскади (ключові підсилювачі струму) та виконавчі електромагнітні реле, які забезпечують струмові розвантаження та захист напівпровідникових приладів. Генераторна частина реле циклічної дії може бути реалізована на базі дискретних елементів або на мікросхемі.

У більшості типів електронних РПП окрім основної функції «маневрування» реалізовано додаткові функції: електронний захист від короткого замикання в колі навантаження; режим аварійної сигналізації; контроль несправності ламп.

Використання певного типу РПП на борту автомобіля регламентується не тільки за номінальною напругою живлення, але й за так званою формулою навантаження (вказується безпосередньо на корпусі електронного блоку). Наприклад запис (21*W*×2)+3*W* вказує, що в режимі маневрування по кожному борту підключаються по дві сигнальні лампи покажчиків повороту потужністю 21 Вт та працює одна контрольна лампа, потужністю 3 Вт. За цією формулою підбирають опір (потужність) відповідного еквіваленту навантаження при діагностуванні РПП, який знято з автомобіля.

Конструкція блоків РПП в основному відрізняється за конфігурацією та кількістю виводів рознімання зовнішніх підключень. Цокольовка рознімання визначається особливістю схемного рішення пристрою та складом транспортного засобу (з причепом або ні). Згідно прийнятим позначенням виводів рознімання прийняті такі скорочення: П – перемикач; ПП – правий причеп; ЛП – лівий причеп; КП – контрольна лампа причепу; ПБ – правий борт; ЛБ – лівий борт; ПТ – правий передній тягач; ЛТ – лівий передній тягач; ПЗ – правий задній тягач; ЛЗ – лівий задній тягач; КТ – контрольна лампа тягача.

Щодо переліку пошкоджень та ймовірності несправних станів РПП слід відзначити таке. В реле типу РС950Е, РС950И, 231.3747, 49.3747 найбільш ймовірним є вихід з ладу мікросхеми К224552 (таймер). Приблизно половину всіх несправностей складають пошкодження елементів схеми, а другу – пошкодження виконавчого реле. У багатьох випадках причиною несправності системи світлової сигналізації є відсутність або застосування некаліброваних запобіжників у колах живлення навантаження РПП. Значну інформацію про стан реле можна отримати спостерігаючи за реакцією сигнальних ламп навантаження та на підставі зовнішнього огляду монтажу блоку.

Під час діагностування кожного конкретного типу РПП слід враховувати особливості його влаштування та функціонування. Ознаками несправності РПП є відхилення часових параметрів вихідного сигналу (частоти та шпаруватості надходження проблисків, тривалості спрацьовування, допустимого падіння напруги на виконавчому пристрої) від нормованих значень, постійне горіння (або не горіння) сигнальних ламп в режимах маневрування та аварійної сигналізації.

Розглянемо технологію діагностування РПП на прикладах. В системі освітлення та світової сигналізації (СОС), де застосоване реле типу РС-950, лампи укажчиків поворотів постійно не горять (див. п.п. 3.1.4). В такому разі доречно перевіряти РПП за допомогою контрольної лампи без навантаження блоку (рис. 3.4.13, а).

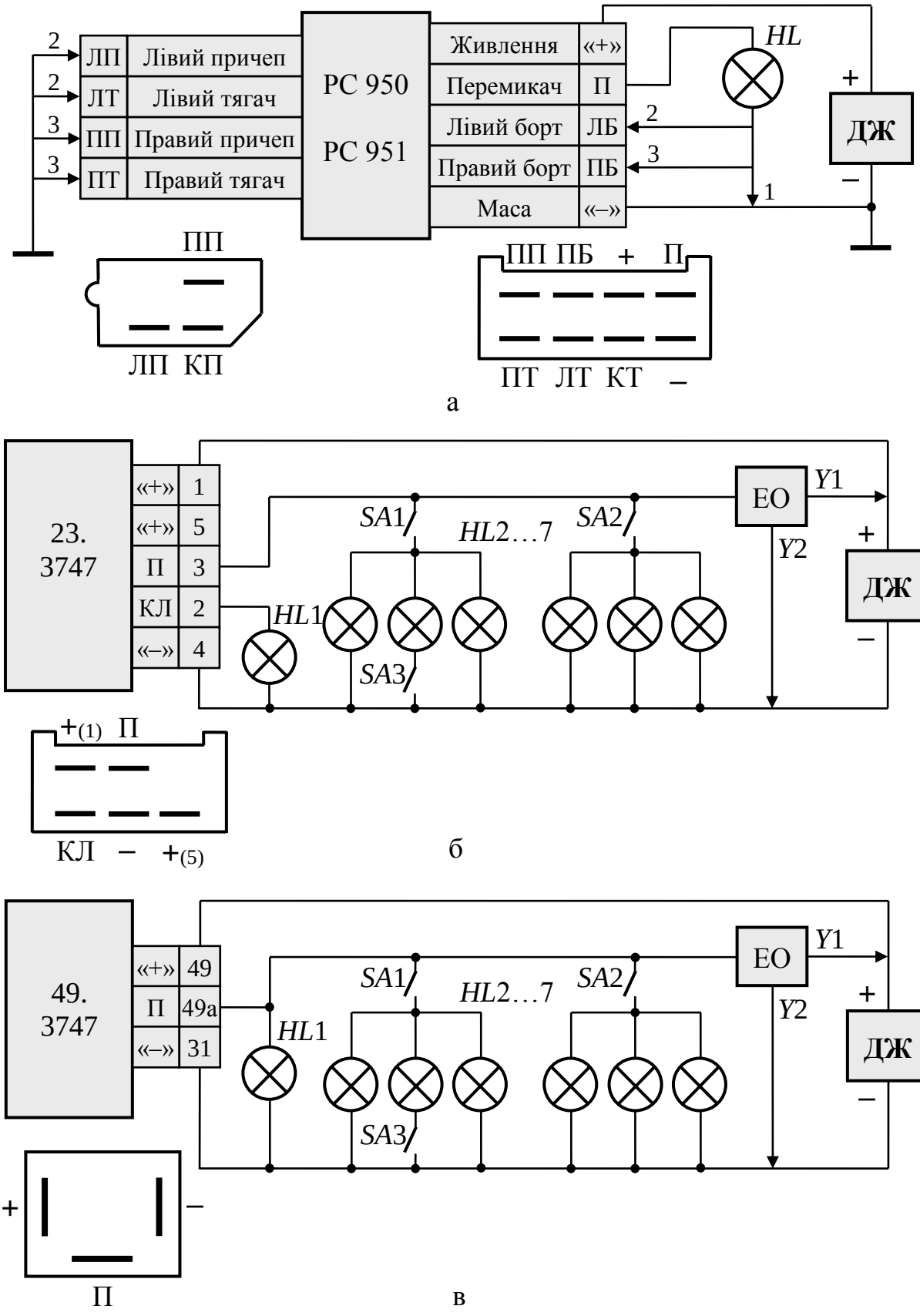

Рис. 3.4.13. **Схеми підключень щодо перевірки електронних реле покажчиків поворотів: типу РС 950; типу 23.3747; типу 49.3747**

Мигання контрольної лампи *HL* при її підключенні (поз. 1) свідчить про справність релаксатору (генератору) та комутатору сигнальних ламп. Для перевірки струмових обмоток реле контрольних ламп *HL* до виводів ЛБ, ПБ рознімання (поз. 2, 3). Потім, по черзі замикають на масу виводи ПТ, ЛТ, ЛП, ПП. При справних обмотках (відсутність обриву), контрольна лампа *HL* повинна мигати. Перевірку обмоток також можна виконати за допомогою омметра, шляхом вимірювання опору відповідних кіл.

Якщо *HL*, при цьому горить безперервно, слід локалізують несправність за структурними параметрами. Постійне горіння *HL* може бути викликане: обривом обмотки виконавчого реле; порушенням монтажу блоку; обривом захисного діоду вихідного каскаду.

В реле типу РС-951А передбачено схему захисту від коротких замикань в колах навантаження, яка складається з вимірювальної частини з виконавчим тиристором. Додатковими причинами відсутності горіння ламп навантаження на відміну від реле РС-950, можуть бути: пробій тиристора, транзистора, конденсатора, або обрив резистора чи діода схеми захисту.

В реле типу 23.3747 схема контролю справності ламп являє собою струмове реле. В разі, якщо одна з сигнальних ламп перегоріла, процес синфазних спалахів на контрольній лампі припиняється, та вона горить постійно, вказуючи на пошкодження кола сигнальних ламп. Схеми перевірки реле за нормованими параметрами наведена на рис. 3.4.13, б.

В схемах модифікованих реле 231.3747 контроль справності здійснюється під час паузи шляхом вимірювання падіння напруги на колі зовнішніх підключень. При перегорянні сигнальної лампи частота спалахів контрольної лампи подвоюється. Аналогічно перевіряються реле типу 49.3747 та 491.3747 (рис. 3.4.13, в).

Електронні реле склоочисників (РСО) здійснюють підключення напруги живлення до електроприводу та електроклапану за двома режимами – автоматичним (при фіксованому положенні перемикача) та одноразовий (при короткочасному натисканням важеля перемикача у нефіксованому положенні). В технічних паспортах на РСО нормуються значення: струмів споживання та навантаження, падіння напруги на комутуючому пристрої, частоти спрацьовуван-

ня. Для тестування РСО забезпечують підключення приладів за схемами, що показані на рис. 3.4.14.

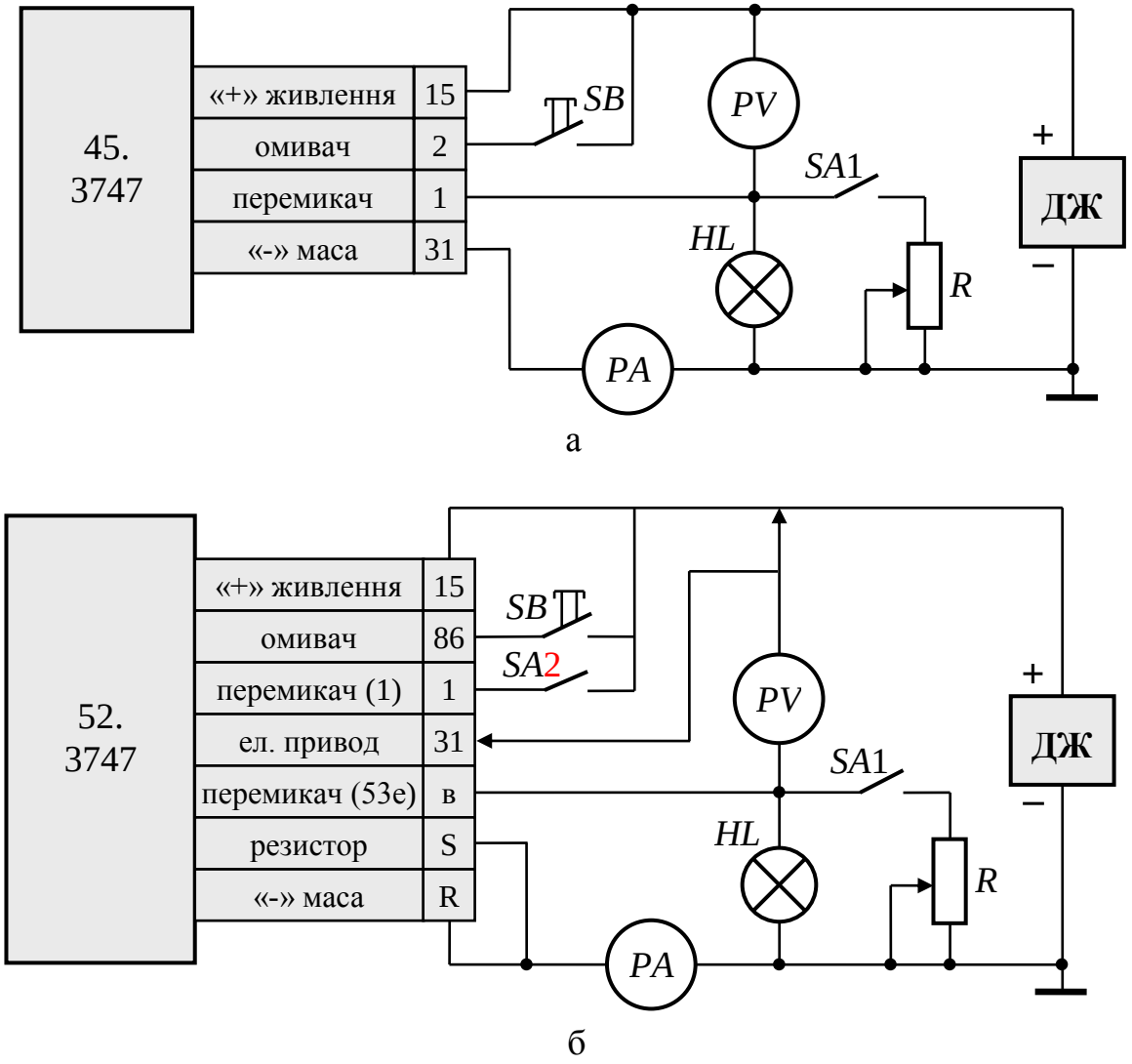

Рис. 3.4.14. **Схема підключень, що до перевірки електронних реле склоочисників: а – типу 45.3747; типу 52.3747**

Час спрацьовування вимірюють при відключеному навантаженні (вимикач *SA*1) з моменту підключення живлення (кнопка *SB*) до моменту відключення контрольної лампи *HL*. Падіння напруги на комутуючому пристрої вимірюють під навантаженням (*SA*1 увімкнено) за допомогою вольтметра *PV*. Струм навантаження, при цьому, встановлюється реостатом *R*. Струм, який споживається схемою РСО (струм керування) вимірюється без навантаження піс-

ля натискання кнопки *SB* (лампа *HL* при цьому має світити протягом часу спрацьовування).

В РСО типу 52.3747 передбачено режим затримки часу спрацьовування. В цьому режимі відключення електроприводу склоочисника відбувається через певний час після переведення важеля перемикача в початкове положення. За цей період привод забезпечує декілька циклів подвійного ходу на повільній швидкості. Працездатність реле 52.3747 перевіряють аналогічно (рис. 3.4.14, б). Вимикачем *SA*2 забезпечують циклічний безперервний режим функціонування, а натисканням кнопки *SB* забезпечуєюь режим затримки.

До групи частотнопараметрованих пристроїв, які застосовуються на автомобілі слід віднести електронні тахометри (ЕТ) та спідометри, блоки керування економайзером примусового холостого ходу (ЕПХХ), реле блокування стартера (РБС), реле захисту двигуна від перебільшення частоти обертання колінчастого валу (РЗП).

Автомобільні електронні тахометри різняться за принципом дії та схемним рішенням: тахометри з електроприводом типу 121.8313; аналогові тахометри, побудовані за схемою одновібратора типу ТХ-193, 251.3813; цифрові тахометри з дискретною індикацією. Для перевірки працездатності ЕТ або його калібрування до нього підключають джерело живлення та імітатор вхідного сигналу керування з регульованою частотою.

Для діагностування ЕТ та спідометрів на борту автомобіля і в умовах дільниці відновлення застосовують спеціалізовані діагностичні (див. рис. 2.3.15, в) або універсальні вимірювальні прилади.

Для тахометрів з електроприводом, сигнал керування забезпечують електромеханічним імітатором зі штатним датчиком (трьохфазним генератором *G*), який активізується електроприводом ПР з контрольованою частотою обертання (універсальний частотомір *Hz* або осцилограф). Схема підключення приладів для перевірки показань тахометра наведена на рис. 3.4.15).

Приводом забезпечують середню частоту обертання та контролюють її значення частотоміром. Вмикають перемикач *SA*. Якщо стрілка тахометра залишається нерухомою, мають місце порушення монтажу блока в нерозгалуженій частині схеми (провідники живлення) або пошкодження конструкції приводу стрілки.

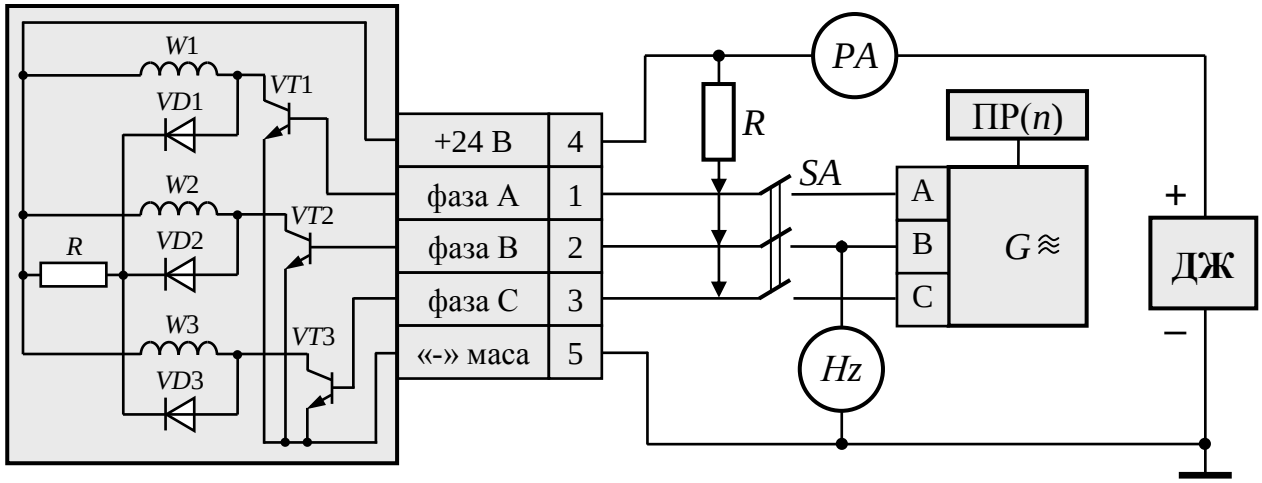

Рис. 3.4.15. **Схема перевірки тахометрів з електроприводом типу 121.8312**

В окремих випадках така реакція може спостерігатися при обриві двох обмоток *w* чи пробої двох виконавчих транзисторів *VT* одночасно. В разі, якщо показання тахометра значно занижені, пробитий один з транзисторів схеми.

При незначних відхиленнях показань від паспортних даних слід звернути увагу на стан конструкції приводу стрілки та перевірити справність діодів схеми *VD*, які підключені паралельно обмоткам тахометра. Несправність схеми електричної пристрою локалізують шляхом перевірки опорів між виводами рознімання (рознімання блоку тахометра цілком відключено) або проводять «гарячу» перевірку пристрою у статичних режимах (вимикач *SA* – розімкнено, виводом *R* почергово тестують фази) спостерігаючи за струмом споживання (амперметр *PA*). Ознакою несправності в колі фази, в такому разі, є не ідентичні показання вимірювальних приладів.

Керування (активізація) тахометра типу ТХ-193 на борту автомобіля здійснюється імпульсною напругою первинної обмотки котушки запалювання. Амплітуда імпульсів, при цьому становить 200…350 В, а тривалість 1…2 мс. Для імітації такого сигналу в умовах дільниці відновлення використовують універсальний генератор прямокутних імпульсів (типу Г5-54), на якому встановлюють відповідну тривалість та частоту імпульсів вихідного сигналу. Шпаруватість надходження імпульсів на максимальній швидкості обертання ДВЗ не повинна перевищувати 50%. Амплітуда імпульсів на виході генератора може обмежуватися на рівні 5…10 В. Щоб забезпечити надходження сигналу (синхроімпульсів) малої амплітуди

на вхід схеми одновібратора, треба перемкнути обмежуючий резистор *R*1 на вході схеми тахометра (рис. 3.4.15, б). В деяких комбінаціях приладів цей резистор монтується відокремлено на друкованій платі поблизу корпусу тахометра.

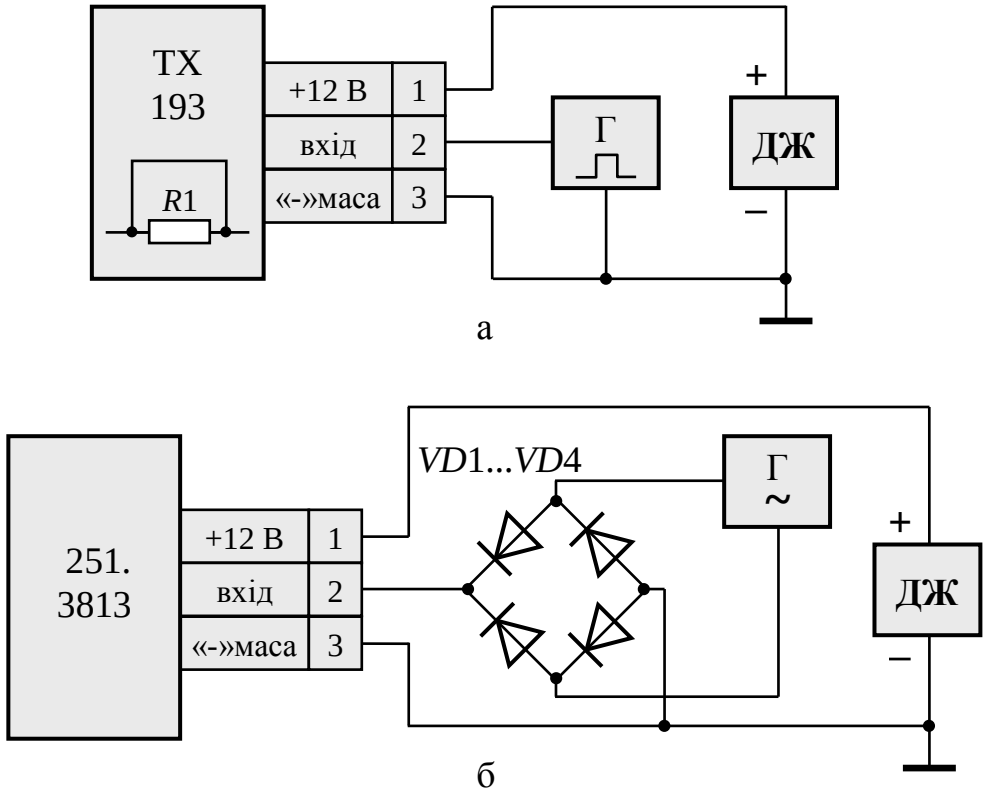

Рис. 3.4.16. **Схеми перевірки електронних тахометрів: а – типу ТХ-193; б – типу 251.3813**

Під час калібрування працездатного тахометра його показання корегують шляхом підбору параметрів елементів час-задавального *RC*-кола одновібратора. Частота імпульсів, що встановлюється на генераторі під час тестування тахометра визначається робочими обертами *n*, кількістю циліндрів *z*, та тактністю двигуна *j*, за формулою $f = nz / 60j$.

Електронний тахометр типу 251.3813 на борту автомобіля активізується пульсаціями випрямляча генератора системи електропостачання. Щоб імітувати такий сигнал в умовах дільниці, використовують генератор гармонійних коливань (типу Г3-102), на виході якого підключають двохнапівперіодний випрямляч (рис. 3.4.16, б).

На генераторі встановлюють амплітуду тестового сигналу 1…5 В, а частоту, значення якої визначається через кількість фаз автомобільного генератора *m*, кількість напівперіодів випрямляча – *p* та передаточне співвідношення приводу генератора *k* за формулою $f = nmk / 60p$. Локалізація несправності ЕТ до рівня структурного елементу виконується розглянутими раніше методами «холодних» та «гарячих» перевірок за вихідними та структурними діагностичними параметрами.

Блоки керування ЕПНХ різного типу (для різних ДВЗ) різняться за схемним рішенням, способом підключення до зовнішньої мережі та вихідними параметрами (обертами спрацьовування), які мають забезпечувати.

Під час діагностування системи автоматичного керування ЕПХХ на борту автомобіля і в умовах дільниці відновлення використовують спеціалізовані діагностичні (див. рис. 2.3.3, б) або універсальні вимірювальні прилади. При перевірці працездатності означених блоків за допомогою універсальних вимірювальних приладів, враховують особливості підключення контактного датчика зачиненого стану дросельної заслінки *SA* та обмоток електромагнітних клапанів R_E (рис. 3.4.17).

Вхідний частотний сигнал керування на борту автомобіля надходить від котушки запалювання (як у тахометрів відповідного типу). У якості навантаження схеми блоку обирають резистивний еквівалент опором R_E = 33 Ом, потужністю не менше 5 Вт. За показаннями вольтметра *PV*1 реєструють спрацьовування блоку на граничних частотах. Падіння напруги на виконавчому транзисторі схеми визначають як різницю між напругою живлення та напругою, що показує вольтметр *PV*1. Напруга на відчиненому транзисторі (у стані насичення) не повинна перевищувати 0,5 В. Струм, що споживається справними блоками типу 14.3723, 25.3761, 50.3761 під навантаженням не перевищує 0,4 А, а для блоку типу 1102.3761, який працює з двома електромагнітними клапанами, номінальний струм удвічі більший.

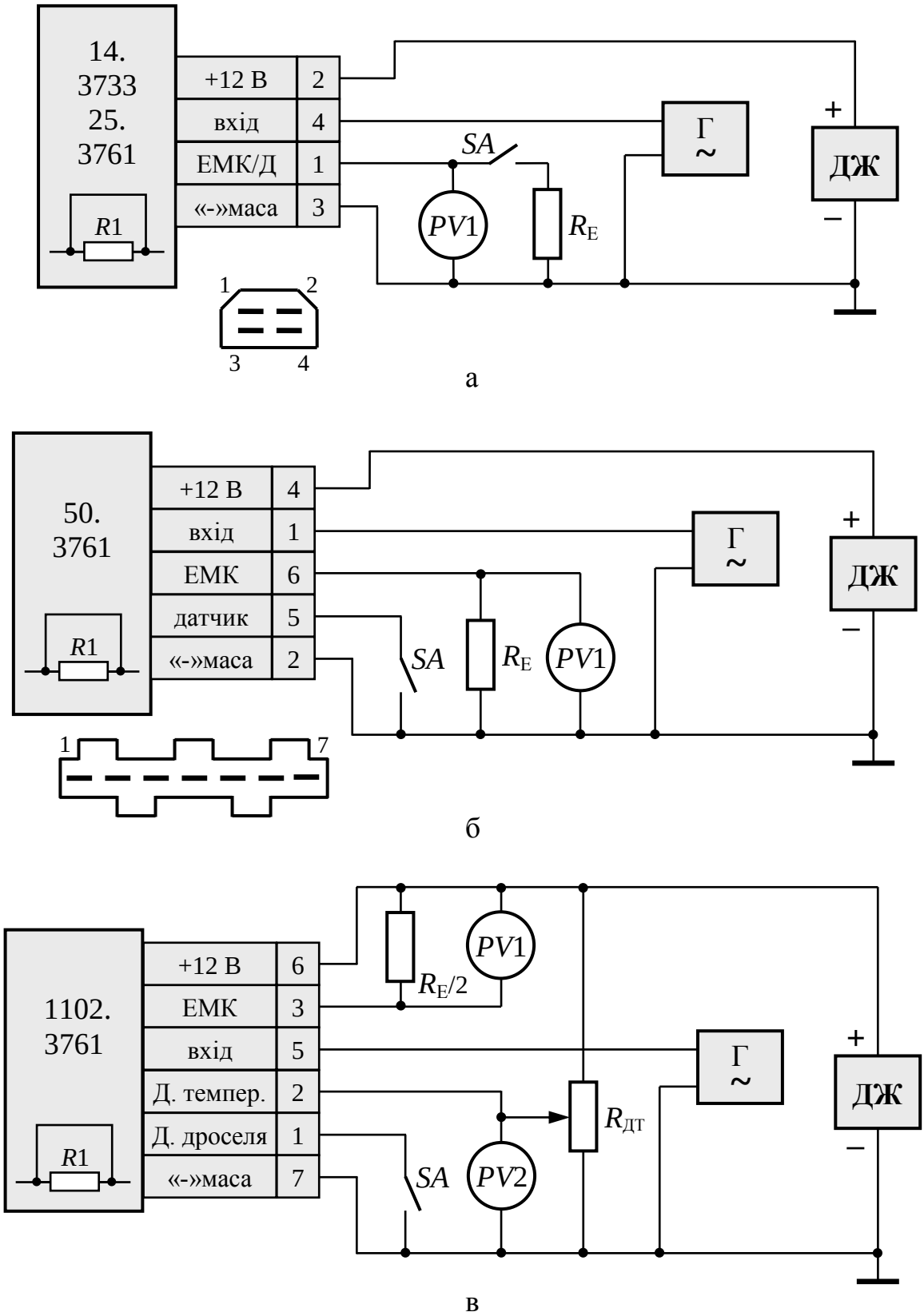

Рис. 3.4.17 **Схеми перевірки блоків керування ЕПХХ:**
а – типу 14.3733; б – типу 503761; в – типу 1102.3761

На відзнаку від попередніх модифікацій, у блоці типу 1102.3761 використовується додатковий параметр (сигнал керування), який формується датчиком температури. Цей сигнал «забороняє» або «дозволяє» відключення подачі палива на обертах примусового холостого ходу в залежності від температурного стану ДВЗ. Опір терморезисторного датчика імітують змінним резистором $R_{ДТ}$ (1,2…3,6 кОм). Температурний стан двигуна непрямо оцінюють за значенням напруги, яку вимірюють вольтметром *PV*2 (рис.3.4.17,в).

В системах з блоками керування ЕПХХ типу 5003.3761, 501.3761, 5013.3761, 502.3761, 5023.3761 частотний сигнал, що відповідає швидкості обертання ДВЗ отримується на низьковольтному рівні (сигнал датчика Холла і структурні сигнали комутаторів струму системи запалювання, пульсації напруги генератора системи електропостачання).

При діагностуванні блоків такого типу, перемикати обмежуючі резистори на вході схеми непотрібно. В разі необхідності, корекція граничних частот спрацьовування здійснюється шляхом підбору опорів резисторів схеми перетворювача частоти.

Під час діагностування системи автоматичного відключення стартера на борту автомобіля і в умовах дільниці відновлення використовують спеціалізовані діагностичні (див. рис. 2.3.3, а) або універсальні вимірювальні прилади (рис. 3.4.18.)

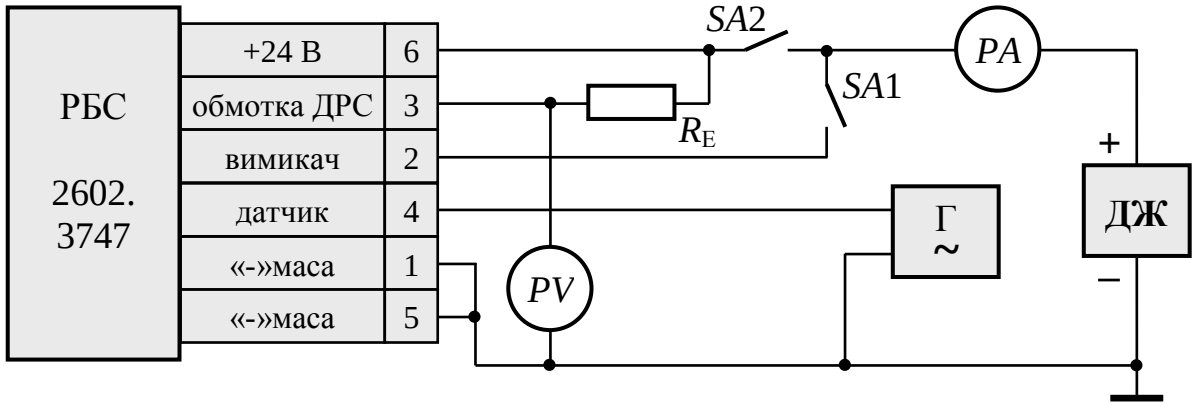

Рис. 3.4.18. **Схема перевірки електронного реле блокування стартера**

За еквівалент навантаження (обмотки додаткового реле стартеру) обирають резистор R_E з електричним опором 47 Ом та потужністю не менше 10 Вт. Як імітатор сигналу датчика використовують

звуковий генератор типу Г3-102, на виході якого встановлюють значення напруги 10 В при мінімальній частоті сигналу f_{min} = 16 Гц.

Тестування РБС виконується в такій послідовності. Вмикають вимикач *SA*1 (перевід тригеру вихідної частини схеми в початковий стан). При цьому, струм у колі живлення має скласти не більше 0,03 А, а напруга, що вимірюється вольтметром, встановиться на рівні 0,03 В. При подачі імпульсів з частотою f_{min}, струм, споживаний схемою, повинен збільшитися на 10…20%. Потім вимикачем *SA*2 підключають живлення до навантаження. Струм у колі живлення, при цьому, має підвищитись до рівня 0,54 А, а напруга на виводі 3 до рівня 0,05 В. Далі поступово підвищують частоту сигналу на вході РБС, доки пристрій не спрацює (зазвичай частота спрацьовування f_{max} = 30 Гц). Відключення навантаження, на цей момент, спостерігають за реакцією амперметра (зниження сили струму до 0,04 А) та вольтметра (підвищення напруги до рівня 20 В). Частота спрацьовування f_{max} порівнюється з паспортними даними.

В разі незначного відхилення частоти f_{max} від нормованого значення виконують корегування параметрів схеми перетворювача частоти за допомогою добіркового резистора. Якщо таке втручання не дає позитивного результату, підбирають відповідний тип стабілітрону схеми порівняння.

Після визначення частоти спрацьовування перевіряють функціонування схеми захисту від повторного вмикання стартера при працюючому ДВЗ. Для цього вимикають та знов вмикають *SA*2 (*SA*1 залишається увімкненим). Показання приладів *PV*, *PA* при цьому не повинні змінюватися. Для остаточної перевірки тригерної частини схеми вимикають обидва вимикача, зменшують частоту генератора до значення f_{min}, потім почергово вмикають *SA*1 та *SA*2, повторюючи операції тестування.

Реле захисту від перевищення частоти обертання ДВЗ функціонує та перевіряється аналогічно РБС (рис. 3.4.19).

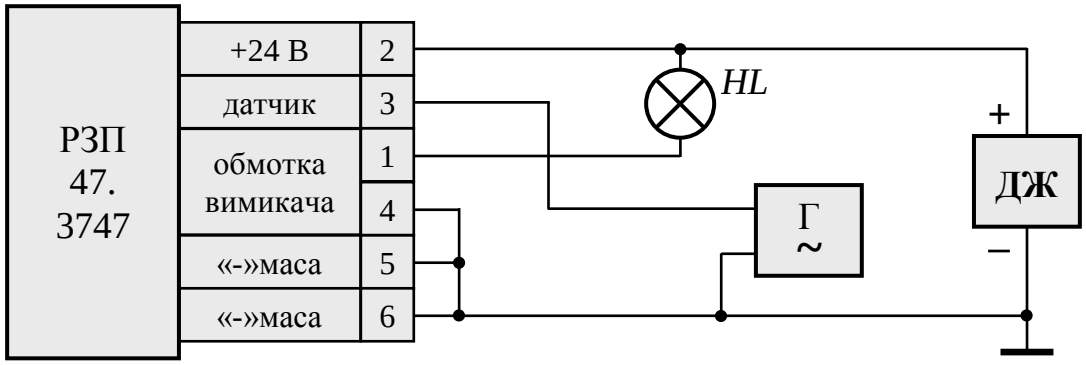

Рис. 3.4.19 **Схема підключень приладів до електронного реле захисту**

Виконавчим пристроєм такого блоку є електромагнітне реле з комутуючою здатністю до 10 А. Спрацьовування реле за паспортними даними відбувається на максимальній частоті обертання двигуна (f_{max} = 56 Гц) та реєструється сигнальною лампою *HL*.

Контрольні запитання до розділу 3

1. Назвіть параметри системи електропостачання які розглядаються як діагностичні?
2. Перелічіть симптоми несправностей системи електропостачання.
3. Назвіть несправності, що викликають відключення всіх споживачів електроенергії борта.
4. Назвіть несправності, що викликають відключення окремих споживачів електроенергії борта.
5. Які ознаки свідчать про недостатній заряд АКБ?
6. Які ознаки свідчать про надмірний заряд АКБ?
7. Назвіть можливі несправності, що викликають відсутність заряду АКБ при працюючому ДВЗ.
8. Назвіть несправності, що призводять до недостатнього заряду АКБ.
9. Назвіть причини, що викликають надмірний заряд АКБ.
10. Які ознаки свідчать про несправність регулятора напруги?
11. Які ознаки свідчать про несправність генератора?
12. Перелічіть симптоми несправностей системи пуску ДВЗ.
13. Назвіть можливі несправності, що викликають самовільне вимикання стартера.

14. Які несправності не дозволяють здійснити включення стартера?

15. Назвіть причини повільного обертання стартера.

16. Які несправності призводять до механічного роз'єднання стартера з колінчастим валом у режимі пуску?

17. При яких несправностях, обертання стартера супроводжується стороннім гуркотом?

18. При яких несправностях не відбувається відключення стартера після пуску ДВЗ?

19. Які несправності стартера викликають надмірне нагрівання його корпуса?

20. Перелічіть симптоми можливих несправностей системи запалювання.

21. Які несправності системи запалювання не дозволяють запустити ДВЗ?

22. Які несправності системи запалювання викликають утруднений пуск ДВЗ?

23. Назвіть можливі несправності системи запалювання, які викликають нестабільну роботу ДВЗ.

24. Які несправності приводять до зупинки ДВЗ після вимикання стартера?

25. Перелічіть несправності системи запалювання, що викликають завищену витрату палива і зниження потужності ДВЗ.

26. Перелічите електричні системи ДВЗ, несправність яких можна визначити на підставі зовнішнього огляду свічі запалювання.

27. Які несправності систем ДВЗ спричиняють відкладення нагару на електродах та тепловому конусі свічок запалювання?

28. Які несправності систем ДВЗ спричиняють відкладення мастила на електродах та тепловому конусі свічок запалювання?

29. До яких наслідків приводить експлуатація свічок запалювання з еродованими електродами?

30. Які вимоги висуваються до стану фар головного освітлення?

31. За якими параметрами перевіряється система світлової сигналізації?

32. За якими параметрами перевіряється система звукової сигналізації?

33. Наведіть симптоми несправностей системи освітлення.

34. Наведіть симптоми несправностей системи світлової сигналізації?

35. Назвіть характерні несправності системи освітлення і сигналізації.

36. Які симптоми свідчать про наявність несправностей у системі контрольно-вимірювальних приладів?

37. Які несправності вимірювальних кіл можна виявити по граничних положеннях стрілок покажчиків?

38. Назвіть причини нерухомості стрілки спідометра при русі автомобіля.

39. Назвіть причини різких коливань стрілки спідометра при русі автомобіля.

40. На підставі яких параметрів та ознак оцінюють технічний стан АКБ.

41. Які комплексні показники розглядаються під час діагностування електрообладнання автомобіля?

42. Перелічите загальні операції процедури діагностування ДВЗ за допомогою мотор-тестера.

43. Які дані перевіряють під час типової перевірки ДВЗ на холостому ході?

44. Перелічите несправності, які ідентифікуються за осцилограмою напруги вторинного кола системи запалювання на ділянці накопичення енергії.

45. Назвіть фактори, що спричиняють підвищення рівня напруги вторинного кола.

46. Назвіть фактори, що спричиняють зниження рівня напруги вторинного кола.

47. Перелічите несправності, які ідентифікуються за осцилограмою напруги вторинного кола системи запалювання на ділянці горіння іскри.

48. Перелічите несправності, які ідентифікуються на перехідній ділянці осцилограми напруги вторинного кола системи запалювання.

49. Назвіть несправності систем ДВЗ, що спричиняють збільшення змісту вуглеводню CH у відпрацьованих газах.

50. Назвіть несправності систем ДВЗ, що спричиняють збільшення змісту окису вуглецю CO у відпрацьованих газах.

51. Назвіть несправності систем ДВЗ, що спричиняють зменшення змісту кисню O_2 у відпрацьованих газах.

52. Назвіть несправності систем ДВЗ, що спричиняють збільшення змісту окислів азоту NO_x у відпрацьованих газах.

53. Наведіть способи діагностування АКБ в електровідділенні.

54. Які несправності АКБ виявляють при зовнішньому огляді?

55. Як визначається ступінь розряду АКБ?

56. Як виконується контрольний розряд АКБ?

57. Назвіть способи визначення фактичної ємності АКБ.

58. Наведіть способи діагностування електростартерів в електровідділенні.

59. Які параметри використовуються у якості діагностичних при оцінці технічного стану стартера?

60. Назвіть способи діагностування стартера в умовах електровідділення.

61. Перелічите діагностичні операції, що виконуються при розбиранні стартера.

62. У чому полягає регулювання механізму привода стартера?

63. Яким чином виконується регулювання стартерів?

64. Наведіть способи діагностування генераторів в електровідділенні.

65. Назвіть способи діагностування генераторів в зборі.

66. Перелічите діагностичні операції, що виконуються при проведенні технічного обслуговування генераторів.

67. Перелічите несправності переривників-розподільників, які виникають під час експлуатації?

68. Назвіть способи виявлення та усунення несправностей переривників-розподільників в умовах електровідділення.

69. Перелічите експлуатаційні несправності автоматів випередження запалювання?

70. Назвіть способи виявлення та усунення несправностей автоматів випередження запалювання в умовах електровідділення

71. Назвіть способи перевірки котушок запалювання в умовах електровідділення?

72. Які параметри та ознаки використовуються у якості діагностичних при оцінці технічного стану свічок запалювання?

73. Яким чином перевіряються свічі запалювання в умовах електровідділення.

74. Перелічіть характерні експлуатаційні несправності електромагнітних автомобільних реле.

75. Які параметри використовуються в якості діагностичних при оцінці стану автомобільних реле різного призначення?

76. Як виконується регулювання електромагнітних реле?

77. В чому полягає перевірка покажчиків системи контрольно-вимірювальних приладів на спеціальному приладі.

78. В чому полягає перевірка датчиків системи контрольно-вимірювальних приладів.

79. Яким чином виконується перевірка і калібрування приладів вимірювання температури охолоджуючої рідини?

80. Яким чином виконується перевірка і калібрування приладів вимірювання тиску мастила?

81. Яким чином виконується перевірка і калібрування вимірювача рівня палива в баку?

82. Наведіть перелік блоків автомобільної електроніки за призначенням.

83. Назвіть методи діагностування електронних блоків за вихідними параметрами.

84. Назвіть методи діагностування електронних блоків за структурними параметрами.

85. Опишіть загальну процедуру відновлення електронних блоків.

86. В чому полягає метод діагностування за температурними потенціалами?

87. Яким чином перевіряються напівпровідникові прилади схем електронних пристроїв у «гарячому» стані?

88. Яким чином перевіряються напівпровідникові прилади у «холодному» стані?

89. Які діагностичні засоби доречно застосовувати на дільниці відновлення електронних блоків?

90. Які вихідні параметри електронних регуляторів напруги розглядаються як діагностичні?

91. Які діагностичні параметри використовуються при локалізації несправних елементів схем та пошкоджень монтажу в регуляторах напруги?

92. Наведіть методику діагностування регуляторів напруги за струмом споживання.

93. Наведіть методику діагностування регуляторів напруги за режимами постійної напруги.

94. Наведіть методику діагностування регуляторів напруги за картою опорів.

95. Наведіть методику діагностування комутаторів струму за ключовими станами.

96. Поясніть особливості діагностування комутаторів струму систем запалювання з нормованим часом накопичення енергії.

97. За якими нормованими параметрами перевіряються комутатори струму з нормуванням часу накопичення енергії?

98. Наведіть загальну послідовність способів локалізації несправного елементу схеми комутаторів струму з нормуванням часу накопичення енергії.

99. Поясніть особливості діагностування комутаторів струму систем запалювання з накопиченням енергії в ємнісному елементі.

100. В чому полягає перевірка працездатності електронних реле покажчиків повороту?

101. Наведіть методику діагностування тахометрів з електроприводом.

102. Які вихідні параметри блоку керування економайзером примусового холостого ходу розглядаються як діагностичні?

103. Наведіть методику діагностування блоків керування економайзером примусового неробочого ходу за вихідними параметрами.

104. Які вихідні параметри електронних реле блокування стартера розглядаються як діагностичні?

105. Наведіть методику діагностування електронних реле блокування стартера.

106. Як здійснюється калібрування електронних реле блокування стартера та реле захисту від перевищення обертів двигуна?