

ĆWICZENIE 21

Cel ćwiczenia:

1. Lokalizowanie uszkodzeń instalacji.
2. Wykonanie samodzielnego próbnika do badania samochodowej instalacji elektrycznej.
3. Obliczenie parametrów prostego obwodu instalacji samochodowej.

PRZEWODY

W zależności od wartości napięcia zasilającego poszczególne obwody elektrycznej instalacji samochodowej, przewody - podobnie jak i te obwody - dzielimy na:

- a. -niskonapięciowe (12/24 V DC),
- b. -średniego napięcia (100...500 V),
- c. -wysokonapięciowe stosowane w instalacji zapłonowej pojazdu.

Przewody niskonapięciowe łączą praktycznie wszystkie podzespoły elektryczne samochodu zasilane za pośrednictwem akumulatora lub alternatora nisko-napięciowego 12 V lub 24 V DC.

Stosowane w technice motoryzacyjnej niskonapięciowe przewody elektryczne muszą być giętkie i odporne na wstrząsy oraz drgania. Właściwości takie można uzyskać, wykonując żyły tych przewodów w postaci linki skręconej z drutów o średnicy 0,3-0,68 mm w liczbie od 10 do 481, odpowiednio do przekroju czynnego określonego wartościami granicznymi 1,0-5-95 mm². W starszych samochodach stosowano przewody w izolacji gumowej, przeznaczonej do pracy w temperaturach od -60°C do +60°C. Obecnie przewody w izolacji gumowej zastąpiono przewodami w izolacji polwinitowej o dopuszczalnym przedziale temperatur pracy od -40°C do +60°C.

Przekrój przewodów stosowanych w elektrycznych instalacjach samochodowych jest dobierany odpowiednio do gęstości prądu płynącego przez przewód, z uwzględnieniem dopuszczalnego spadku napięcia oraz dopuszczalnego nagrzewania się przewodu. Uwzględnienie w obliczeniach wartości dopuszczalnego spadku napięcia na przewodzie powoduje, że przekrój przewodów instalacji elektrycznej zwiększa się proporcjonalnie do długości obliczanego odcinka przewodu.

Dopuszczalne spadki napięcia ΔU_{dop} w poszczególnych obwodach instalacji elektrycznej samochodu mają następujące wartości:

a) w obwodzie zasilania (alternator - akumulator):

- dla instalacji 12 V $\Delta U_{dop} = 0,3$ V,
- dla instalacji 24 V $\Delta U_{dop} = 0,6$ V,

b) w obwodzie zasilania rozrusznika:

- dla instalacji 12 V $\Delta U_{dop} = 0,2$ V,
- dla instalacji 24 V $\Delta U_{dop} = 0,4$ V,

c) w pozostałych obwodach:

- dla instalacji 12 V $\Delta U_{dop} = 0.8$ V,
- dla instalacji 24 V $\Delta U_{dop} = 1.5$ V.

Do wyznaczenia przekroju S przewodu łączącego odbiornik z instalacją samochodu można wykorzystać zależność:

$$S = \frac{k I_{\max} l}{\gamma \Delta U_{dop}} \quad [\text{mm}^2] \quad (1)$$

w zależności tej k jest współczynnikiem uwzględniającym spadki napięcia na łącznikach występujących w obliczanym odcinku przewodu o długości l [m], przez który przepływa prąd o maksymalnym natężeniu $I_{\max}$ [A]. Współczynnik $k = 1,1 \dots 1,6$ jest dobierany odpowiednio do liczby styków łącznika. Wielkość γ jest przewodnością właściwą materiału <https://pl.wikipedia.org/wiki/Konduktancja> przewodu, która dla miedzi ma wartość:

$$56,2 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}.$$

Z zależności (1) można wyznaczyć maksymalną (krytyczną) długość l_{kr} przewodu, przy której występuje dopuszczalny spadek napięcia. W tym celu zależność (1) przekształcamy do postaci:

$$l_{kr} = \frac{S \gamma \Delta U_{dop}}{k I_{\max}} \quad (2)$$

Przy wyznaczaniu tego parametru okazuje się przydatna znajomość dopuszczalnych wartości prądu I_{dop} płynącego przez odpowiedni przekrój przewodu miedzianego. Dopuszczalną obciążalność prądową przewodów miedzianych zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Dopuszczalna obciążalność I_{dop} w zależności od poprzecznego przekroju S przewodów miedzianych

S [mm ²]	0,5	0,75	1,5	2,5	4,0	10	16
VA]	11	15	24	32	42	73	98

Praktyczne zastosowanie zależności (2.98) zostanie wyjaśnione na poniższym przykładzie.

Przykład 1

Oblicz dopuszczalną długość przewodu łączącego rozrusznik z akumulatorem 12 V, wiedząc, że podczas rozruchu przez ten przewód przepływa prąd o natężeniu 80 A.

Rozwiązanie.

Z tabeli 1 wynika, że wartości natężenia prądu rozruchowego równego 80 A nie odpowiada żaden z przekrojów uwzględnionych w tej tabeli. Należy jednak pamiętać, że tabela zawiera dane dotyczące trwałego obciążenia przewodów. Przy takim obciążeniu ze względów termicznych przyjmuje się, że dopuszczalna gęstość prądu płynącego w przewodzie ma wartość 2,5 A/mm², gdy temperatura otoczenia przewodu nie przekracza 60°C.

Podczas rozruchu silnika rozrusznik pracuje nie dłużej niż 4... 5 s i dlatego krótkotrwałe zwiększenie gęstości prądu j w przewodzie rozruchowym ponad wartość 2,5 A/mm² nie spowoduje jego termicznego uszkodzenia. Z literatury wynika, że dopuszczalna wartość gęstości prądu j_r płynącego przez przewód rozruchowy jest równa 20 A/mm². Dlatego do zasilania rozrusznika można zastosować przewód w postaci wielożyłowej linki, którego czynny przekrój $S = 10 \text{ mm}^2$, przystosowany do długotrwałego przewodzenia prądu o natężeniu 73 A. Jeśli przez taki przewód w czasie rozruchu będzie przepływał prąd o natężeniu $i_{\max} = 80 \text{ A}$, to gęstość tego prądu będzie równa:

$$j_1 = \frac{i_{\max}}{S} = \frac{80}{10} = 8 \text{ A/mm}^2 \quad (3)$$

Z zależności (3) wynika, że dopuszczalna długość przewodu rozrusznika o przekroju $S = 10 \text{ mm}^2$, przez który w trakcie rozruchu silnika samochodu przepływa prąd o wartości $i_{\max} = 80 \text{ A}$, jest równa:

$$l_{kr} = \frac{S \gamma \Delta U_{dop}}{k I_{\max}} = \frac{10 \cdot 56,2 \cdot 0,3}{1,1 \cdot 80} = 1,92 \text{ m} \quad (4)$$

Przy tak długim przewodzie rozruchowym akumulator pojazdu może być umieszczony w przedziale pasażerskim samochodu. Jeśli akumulator umieścimy w przedziale silnika, to przewód rozrusznika będzie miał długość mniejszą od krytycznej. Wtedy zbędne jest obliczanie spadku napięcia na tym przewodzie.

W obwodzie rozrusznika, tak jak w każdym innym obwodzie instalacji samochodowej, spadek napięcia określa nie tylko oporność przewodu, ale również oporność styków łączników.

W obwodzie rozrusznika wyłącznik elektromagnetyczny zamontowany na rozruszniku jest wyposażony zwykle tylko w jeden styk i dlatego w obliczeniach I_{kr} przyjęto, że $k = 1,1$.

Ze względów praktycznych zamiast dopuszczalnej wartości spadku napięcia podaje się względną procentową jego wartość:

$$\delta U = \frac{\Delta U_{dop}}{U_{na}} 100 [\%] \quad (5)$$

W zależności tej U_{na} oznacza znamionową wartość napięcia na zaciskach akumulatora. Na przykład dla obwodu rozruchowego w instalacji zasilanej akumulatorem 12 V względny dopuszczalny spadek napięcia na przewodzie łączącym rozrusznik z akumulatorem ma wartość:

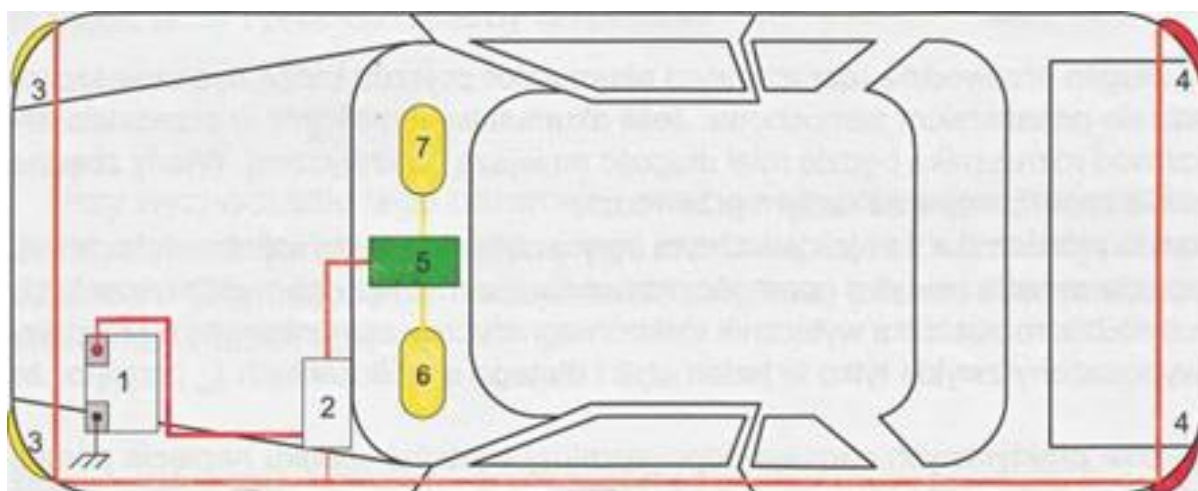
$$\delta U = \frac{\Delta U_{dop}}{U_{na}} 100 = \frac{0,3}{12} 100 = 4\% \quad (6)$$

Przewody samochodowej instalacji elektrycznej prowadzone w określonym kierunku są grupowane w wiązki. Wiazki te są ułożone we wnętrzu nadwozia pojazdu, w miejscach osłoniętych, tak aby nie uległy uszkodzeniu. Jeśli jest konieczna zmiana drogi prowadzenia wiązki i przepuszczenie jej przez otwory w metalowych elementach nadwozia, to krawędzie tych otworów muszą być osłonięte ochroniaczami z tworzywa sztucznego lub z gumy. Ochroniacze takie nazywa się potocznie przepustami. Wiazki przewodów mocuje się do nadwozia za pomocą uchwytów z tworzywa sztucznego, ograniczających drgania przewodów, zapobiegając zmęczeniu materiału tych przewodów.

Ze względu na wytrzymałość mechaniczną, do wykonania wiązek wykorzystuje się przewody o przekroju większym niż 1 mm^2 . Przykład rozmieszczenia wiązek przewodów elektrycznych zasilających oświetlenie zewnętrzne oraz poduszki powietrzne wewnątrz pojazdu przedstawiono na rysunku 01.

Przewody elektryczne zgrupowane w wiązki różnią się barwą izolacji i odpowiednio do barwy są również numerowane na schematach instalacji elektrycznej. Barwa oraz odpowiadający jej numer przewodu określają przeznaczenie przewodu. Zestaw numerów przewodów oraz odpowiadające tym numerom barwy i przeznaczenie przewodów zestawiono w tabeli 2.

Oprócz przewodów elektrycznych grupowanych w wiązki w technice samochodowej stosuje się również płaskie plecionki miedziane bez izolacji, łączące kadłub silnika z nadwoziem samochodu. Przewody takie zamykają obwód prądu rozruchowego przez masę pojazdu, którą jest nadwozie samonośne. Przekrój takich przewodów jest kilkakrotnie większy od przekrojów pozostałych przewodów instalacji elektrycznej samochodu. Dzięki temu minimalizuje się wpływ spadków napięcia występujących na innych elementach tzw. masy, łączących silnik z nadwoziem. Elementami tymi są linki sterujące oraz metalowe przewody hydrauliczne.



Rysunek 01. **Prowadzenie wiązek przewodów zasilających oświetlenie zewnętrzne oraz poduszki gazowe kierowcy i pasażera**

- 1 - akumulator,
- 2 - skrzynka bezpieczników,
- 3 - lampy przednie, 4 - lampy tylne,
- 5 - sterownik poduszek gazowych,
- 6 - poduszka kierowcy,
- 7 - poduszka pasażera

Zadanie do wykonania podczas zajęć w pracowni.

Wykonaj schemat obwodu świateł stop dla pojazdu z przyczepą (model pojazdu rys 01).

Oblicz potrzebną długość i przekrój przewodu łączącego lampy stop z akumulatorem 12 V, wiedząc, że podczas hamowania przez ten przewód przepływa prąd zasilający trzy lampy o mocy zbiorczej 60 W i dwie w przyczepie o mocy 48 W. Wymiary pojazdu długość 4,2 m, szerokość 1,85 m. Odległość do świateł w przyczepie to 1,2 m zaczep i 2 m długość skrzyni ładunkowej.

W obwodzie zastosowano 1 włącznik i złącze przyczepy.

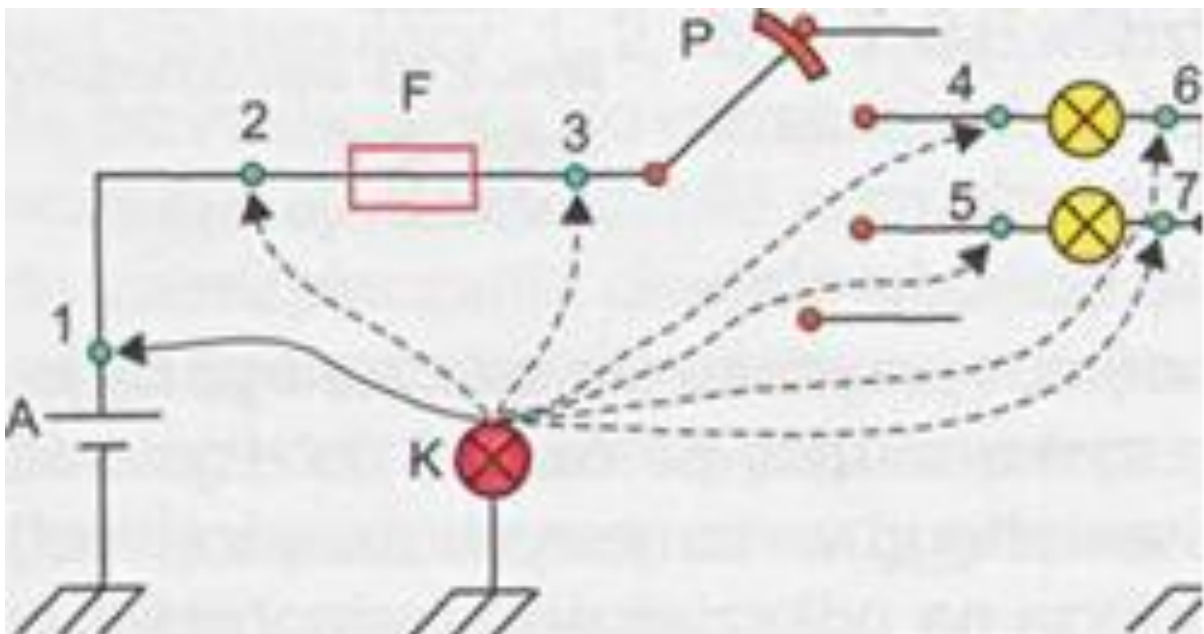
Tabela 2

Oznaczenia wybranych przewodów elektrycznej instalacji samochodowej

Nr na schemacie	Barwa	Przeznaczenie przewodu
7	YE - żółty	Napięcie stale podłączone do czujnika
8	WH - biały	Sygnał czujnika
9	BN - brązowy	Masa sygnału
10	GY - szary	Sygnał z czujnika
14	VT - fioletowy	Napięcie zasilania dostarczone poprzez bezpiecznik za pośrednictwem stacyjki
15	GN - zielony	Napięcie zasilania dostarczone bez bezpiecznika za pośrednictwem stacyjki
29	OG - pomarańczowy	Napięcie zasilania dostarczane przez bezpiecznik cały czas
30	RD - czerwony	Napięcie zasilania dostarczane cały czas
31	BK - czarny	Masa
40	BU - niebieski	Impuls z przerywacza
50	GY - szary	Zacisk rozrusznika
89	OG - pomarańczowy	Napięcie zasilania (przez bezpiecznik) modułu elektronicznego
90	RD - czerwony	Napięcie zasilania (bez bezpiecznika) modułu elektronicznego
91	BK - czarny	Masa modułu elektronicznego

LOKALIZACJA USZKODZEŃ INSTALACJI

Instalacja elektryczna współczesnego samochodu, oprócz obwodów typowo elektrycznych, tj. obwodu rozruchu silnika, obwodu zasilania czy obwodu zapłonu, zawiera również sieci informatyczne. Diagnostowanie uszkodzeń tak złożonej instalacji bez specjalistycznego sprzętu w praktyce nie jest możliwe. Sposób lokalizacji uszkodzeń typowych podzespołów, tj.: wyłączników elektromechanicznych oraz elektronicznych, żarówek światła drogowych i sygnalizacyjnych oraz przerw w przewodach elektrycznych instalacji. Do identyfikacji uszkodzenia wymienionych podzespołów można wykorzystać napięciowy próbnik świetlny lub odcinek przewodu z odizolowanymi i pokrytymi cyną końcówkami lub z zamocowanymi na tych końcówkach wtykami bananowymi z nasadkami w postaci ostrzy. W roli próbnika napięciowego można wykorzystać jednowłóknową żarówkę samochodową o napięciu znamionowym zgodnym z napięciem zasilającym badaną instalację, umieszczoną w odpowiedniej oprawce z dołączonymi przewodami elektrycznymi, zakończonymi wtykami bananowymi lub przewodzącymi ostrzami.



Rysunek 02. Lokalizacja w obwodzie zasilania żarówek światła drogowych ŻD oraz światła mijania ŻM za pomocą próbnika napięcia

A - akumulator,

F - bezpiecznik,

P - przełącznik,

K – badanie napięcia (kontrolka),

ŻD – żarówka drogowa,

ŻM – żarówka światła mijania,

1+6 - punkty pomiarowe.

W celu wyjaśnienia lokalizacji usterki instalacji za pomocą próbnika napięciowego, przeanalizujemy sposób postępowania w trakcie lokalizacji usterki polegającej na uszkodzeniu przełącznika obrotowego P włączającego światła mijania oraz

światła drogowe (rysunek. 2). Uszkodzenie przełącznika nie pozwala na włączenie tych światel.

Usterka taka należy do grupy typowych usterek samochodowych.