

## **Лабораторная работа № 9**

### **УСТРОЙСТВО, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПРОВОДОВ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ**

Цель работы: 1. Изучить назначение, устройство и основные характеристики автомобильных проводов; оценить техническое состояние исследуемых проводов и определить область их возможного применения.

2. Изучить назначение, устройство и основные характеристики автомобильных предохранителей; оценить работоспособность исследуемых предохранителей.

#### **Основные этапы работы:**

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
2. Работа в лаборатории, связанная с определением основных параметров автомобильных проводов и предохранителей.
3. Обработка и анализ полученной в лаборатории информации, оформление отчета по проделанной работе.
4. Защита лабораторной работы.

#### **Программа работы:**

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
  - 1.1. Используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия, настоящие методические указания, а также доступный справочный материал:
    - ознакомиться с назначением автомобильных проводов и предохранителей;
    - изучить устройство и основные характеристики автомобильных проводов и предохранителей.
  - 1.2. В процессе предварительной подготовки к работе в лаборатории найти ответы на контрольные вопросы методических указаний.
  - 1.3. Подготовить таблицу оценки технического состояния исследуемых проводов и предохранителей по образцу, приведенному в руководстве по выполнению лабораторной работы.
2. Работа в лаборатории.
  - 2.1. Для более детального изучения электрических соединений в автомобиле и цепей, защищаемых предохранителями, ознакомиться с демонстрационными плакатами.

2.2. Получить у преподавателя или дежурного лаборанта набор инструментов (линейка, микрометр), образцы проводов и предохранители.

2.3. Оценить техническое состояние провода высокого напряжения. Для чего выполнить следующее.

- Определить тип провода (по материалу проводника и изоляции).
- Осмотреть провод и оценить его состояние.
- Для реактивного провода (с помощью омметра и линейки) определить распределенное сопротивление проводника (в кОм/м). Сделать вывод о возможных условиях применения данного провода.

2.4. Оценить техническое состояние провода низкого напряжения. Для чего выполнить следующее.

- Определить материал проводника и тип (одножильный провод или многожильный).

- С помощью микрометра измерить диаметр  $d$  одной жилы многожильного провода. Подсчитать количество жил  $N$  в составе проводника и рассчитать площадь сечения проводника ( $N \cdot S_1$ , где  $S_1 = \pi d^2/4$ ).

- Измерить общий диаметр всех жил и рассчитать площадь сечения проводящей части провода  $S_2$ . Определить коэффициент заполнения проводящей части провода проводником по формуле:  $k_{\text{зап}} = S_1/S_2$ .

- С помощью приведенных в методическом материале таблиц определить для исследуемого провода допустимую токовую нагрузку.

- Осмотреть изоляцию провода. Оценить ее состояние.

- Определить материал изоляции и ее толщину.

- Сделать вывод о возможных условиях применения данного провода.

2.5. Результаты оценки технического состояния проводов занести в таблицу Э9.1 (согласно приведенному образцу) и сделать заключение.

Таблица Э9.1

№	Наименование	Описание технического состояния	Заключение
1.	<i>Провод №2</i>	<i>Одножильный, медный Изоляция – полихлорвиниловая Диаметр проводника: ... мм Доп. нагрузка по току: ... А...</i>	<i>Возможное применение: цепи питания низкого напряжения с токовой нагрузкой до А... (например, цепь)</i>

2.6. Оценить техническое состояние предохранителя. Для чего:

- Осмотреть исследуемый предохранитель.
- С помощью омметра измерить его сопротивление.
- Сделать вывод о пригодности исследуемого предохранителя.

Результаты оценки технического состояния предохранителей занести в таблицу Э9.2 (согласно приведенному образцу).

Таблица Э9.2

№	Наименование	Описание технического состояния	Заключение
1.	Предохранитель №4	Плавкий, стержневого типа Внешнее состояние удовлетворительное (требуется зачистка контактов)	Пригоден для применения.

2.7. Провести исследование плавкого и термобиметаллического предохранителей. Для этого поочередно выполнить следующие действия:

- Поставить исследуемый плавкий предохранитель Пр в зажимы лабораторной установки (рисунок Э9.1).

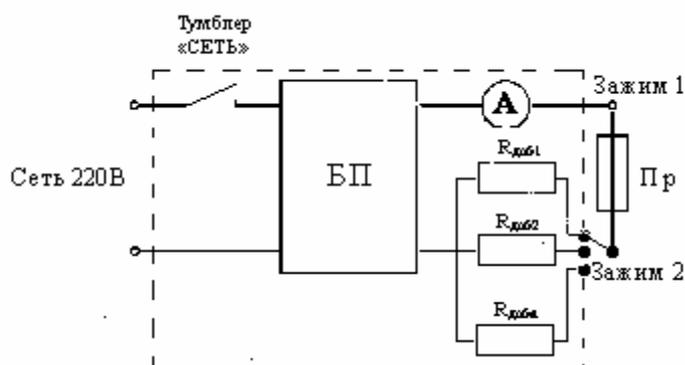


Рисунок Э9.1

Экспериментальная установка для исследования предохранителей, где БП – блок питания

- Подключить соответствующее току  $1,5 I_N$  добавочное сопротивление  $R_{доб}$ . Включить тумблер «СЕТЬ» и, контролируя время и показание амперметра, проверить, что в течении 2-3 мин не должно произойти перегорание предохранителя, после чего выключить тумблер.

- Подключить соответствующее току  $2 I_N$  добавочное сопротивление  $R_{доб}$ . Включить тумблер «СЕТЬ» и, контролируя показание амперметра, измерить время, в течение которого происходит перегорание предохранителя. Выключить тумблер.

- Сравнить полученное экспериментально значение времени срабатывания предохранителя с паспортным значением или определенным по графику рисунка 9.3.

2.8. По результатам проделанной работы оформить отчет.

### **Методический материал к лабораторной работе**

Передача электроэнергии на автомобиле от источников к приемникам осуществляется по электрической сети. Основными ее элементами являются соединительные провода, разъемы, предохранители и коммутационная аппаратура.

#### **Автомобильные провода**

На большинстве легковых автомобилях применяется однопроводная система передачи электроэнергии с общим соединением на «массу» (кузов) автомобиля, двухпроводным включением обеспечены лишь отдельные потребители, например, стояночные огни, звуковые сигналы.

Автомобильные провода подразделяются на провода высокого напряжения и провода низкого напряжения.

*Провода высокого напряжения* применяются во вторичной цепи системы зажигания. Высоковольтные провода подразделяются на обычные с металлическим центральным проводником и специальные с распределенными параметрами, обеспечивающие подавление радиопомех.

Провода с металлическим центральным электродом ПВВ, ПВРВ ППОВ и ПВЗС имеют изоляцию из поливинилхлорида, резины и полиэтилена, поверх которой у провода ПВРВ, ППОВ и ПВЗС надета оболочка повышенной бензомаслостойкости. Эти провода обладают низким сопротивлением центральной жилы ( $18...19 \cdot 10^{-3}$  Ом/м), рассчитаны на максимальное рабочее напряжение 15...25 кВ и могут применяться только в комплекте с помехоподавительными резисторами.

Недостатком резистивного провода является трудность обеспечения постоянного надежного контакта токопроводящего сердечника с кончиком свечи зажигания. Поэтому большее применение нашли реактивные провода с активным, емкостным и индуктивным распределенным сопротивлением переменному току. Резистивный провод имеет токопроводящую жилу из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной сажевым раствором в хлопчатобумажной или капроновой оплетке. Провод ПВВО такого типа обладает сопротивлением 15...40 кОм/м и рассчитан на максимальное рабочее напряжение 15 кВ.

Реактивные провода марки ПВВП имеют центральную льняную нить, на которую нанесен слой ферропласта. в состав которого входят марганец-никелевые и никель-цинковые порошки. Поверх ферропластового сердеч-

ника наматывается токопроводящая железно-никелевая проволока (диаметром 0,11 мм, по 30 витков на сантиметр). Сверху провод изолирован поливинилхлоридной изоляцией. Поглощение радиопомех происходит в проводнике и диэлектрике ферропластового слоя. Провод ПВВП выпускается диаметром 7,2 мм и 8 мм, соответственно, на рабочее напряжение 25 кВ и 40 кВ и имеет сопротивление 2 кОм/м. Установленный на автомобилях ВАЗ такой провод ПВВП-8 отличает красный цвет.

Провода ПВППВ и ПВППВ-40 имеют аналогичную конструкцию и отличаются только применяемыми в них материалами.

Для бесконтактных систем зажигания автомобилей ВАЗ применяется провод синего цвета ПВВП-40 с силиконовой изоляцией с сопротивлением 2,55 кОм/м и рабочим напряжением до 40 кВ. Зарубежные провода имеют из-за повышенных требований по помехоподавлению более высокие значения распределенного сопротивления.

Высоковольтные провода должны быть чистыми, иначе снаружи может образоваться токопроводящий слой грязи, который будет уменьшать максимальное напряжение во вторичной цепи системы зажигания.

Большое значение имеет жесткость проводов. Чем провода жестче (особенно при низких температурах), тем быстрее ослабляются их контакты в соединениях.

В системах зажигания высокой энергии высоковольтные провода нельзя прокладывать в одном жгуте с другими проводами.

*Провода низкого напряжения* применяются для соединений в бортовой сети и состоят из медных токопроводящих жил с изоляцией из поливинилхлоридного пластика или резины. Жилы выполняются из луженой или нелуженой медной проволоки, обладающей высокой электропроводностью, эластичностью и технологически просто соединяемой с наконечниками, штекерами и т.п.

Провода могут иметь бронированную изоляцию для защиты от механических повреждений и экранирующую оплетку для снижения уровня радиопомех на автомобиле.

Одножильные гибкие провода ПВА, ПВАЭ (экранированный) и ВАЛ (с луженой жилой) рекомендуются к использованию в жгутах, работающих при температуре от  $-40^{\circ}$  до  $+105^{\circ}\text{C}$ .

Для температурного диапазона от  $-50^{\circ}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  предназначены провода ПГВА, ПГВАД (двухжильный), ПГВАЭ (экранированный) и ПГВАБ (бронированный). Провода ПГВА-ХЛ устанавливаются на автомобилях, эксплуатирующихся в районах с холодным климатом. Их температурный диапазон: от  $-60^{\circ}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Плетеный неизолированный провод АМГ используется для соединения вывода аккумуляторной батареи с "массой" и помехоподавляющих перемычек кузова.

На грузовых автомобилях в электрических цепях используется кабель КГВВА.

Сечение жилы в мм<sup>2</sup> автомобильных проводов соответствует ряду 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95. Толщина изоляции составляет от 0,35 мм (сечение 0,5 мм<sup>2</sup>) до 1,6 мм (95 мм<sup>2</sup>).

Провода перед установкой на автомобиль собираются в жгуты, представляющие собой законченное электротехническое изделие, содержащее, кроме проводов, их наконечники, резиновые защитные колпачки, оплетку и т.п. Длина проводов в жгуте должна быть не менее 100 мм, ответвлений - не менее 50 мм. Перспективными являются плоские жгуты, в которых провода прикреплены к основе методом тепловой сварки. Такие жгуты шириной до 60 мм используются, в частности, на автомобилях семейства ВАЗ-2108.

Сечение провода в жгуте выбирается, исходя из их тепловой нагрузки, определяемой температурой окружающей среды, числом проводов в жгуте, тепловой нагрузкой провода и конструкцией жгута. Нормы допустимых токовых нагрузок отечественных жгутов традиционной конструкции представлены в табл. 9.1, а плоских жгутов при прокладке провода в один слой - в таблице 9.2.

Таблица 9.1 - Допустимая токовая нагрузка для сборных жгутов

Номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	Постоянная токовая нагрузка, А, при температуре окружающей среды, °С					
	30°С		50°С		80°С	
	Число проводов в жгуте					
	2-7	8-19	2-7	8-19	2-7	8-19
0,5	9,5	6,5	7,5	5,0	5,0	3,5
0,75	12	8,5	9,5	6,5	6,5	4,5
1,0	14,5	10,5	11,5	8,0	7,5	5,5
1,5	19	13	15	10,5	10	7,0
2,5	26	18	20,5	14	14	9,5
4,0	34,5	23,5	28	18,5	18,5	12,5
6,0	44	31	36	25	26	18

Таблица 9.2 - Допустимая токовая нагрузка для плоских жгутов

Номинальное сечение, мм <sup>2</sup>	Постоянная токовая нагрузка, А, при температуре окружающей среды, °С		
	30°С	50°С	80°С
0,5	9	7,5	5,5
0,75	11	9,5	7
1,0	13	11	8
1,5	17	15	10
2,5	23	19	13
4,0	31	25	17

На автомобилях ВАЗ-2103/09 применяются провода с сечением жил: 16; 6; 4; 2,5; 1,5, 1 и 0,75 мм<sup>2</sup>. Проводами сечением 16 мм<sup>2</sup> соединяют с «массой» аккумуляторную батарею и двигатель, а также стартер с аккумуляторной батареей. Аккумуляторная батарея и генератор соединяются проводами сечением 6 мм<sup>2</sup>.

Провода подключаются к узлам электрооборудования и соединяются между собой с помощью быстроразъемных штекерных соединений. Исключением, обычно, является присоединение проводов к аккумуляторной батарее, к зажиму «30» генератора, к силовому болту стартера и к выводам низкого напряжения катушки зажигания. У этих ответственных соединений наконечники проводов зажимаются гайками для максимальной надежности соединений.

Для удобства работы с электропроводкой автомобиля провода, присоединяемые к разным группам цепей, имеют определенный цвет. Применение цветных проводов на автомобиле подчиняется определенным правилам. Сплошная расцветка выполняется в 10 цветов, комбинированная – дополнительно на цветную расцветку наносятся полосы или кольца белого, черного, красного или голубого цвета. Все соединения изделий с корпусом автомобиля («массой») должны выполняться проводами одного цвета. Провод, соединяющий коммутирующий прибор (выключатель, переключатель) или предохранитель с линией электроснабжения, должен иметь тот же цвет, что и провод сети, к которой происходит подключение. Участки цепи, проходящие через разборные или неразборные контактные соединения, должны выполняться проводом одинаковой расцветки. Участки цепи, разделенные контактами реле, предохранителями, резисторами и т. п., должны иметь различную расцветку. Расцветка проводов, проложенных

в разных жгутах может повторяться. На принципиальных схемах окраска проводов обозначена цветом или буквами (одной или двумя при комбинированной расцветке).

### Защитная аппаратура

Все электрические цепи, кроме цепей зажигания и пуска, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок. Защита от коротких замыканий в цепях зажигания и пуска не вводится, чтобы не снижать их надежность. Однако современные электронные системы зажигания имеют защиту от перегрузок. Введение предохранителей в цепь заряда аккумуляторной батареи не является обязательным, но многие зарубежные фирмы устанавливают предохранитель и в эту цепь. Возможна защита одним предохранителем нескольких электрических цепей, однако такая групповая защита не допускается для взаимозаменяемых устройств и аварийных цепей.

Защита электрических цепей от коротких замыканий и перегрузок осуществляется плавкими и термобиметаллическими предохранителями.

Плавкие предохранители (рисунок 9.1) снабжены калиброванной металлической ленточкой, расплавляющейся, если ток в цепи достигает опасных значений. У малогабаритных предохранителей штекерного типа (штыревого) калиброванная ленточка помещена в пластмассовую оболочку, что увеличивает скорость их срабатывания.

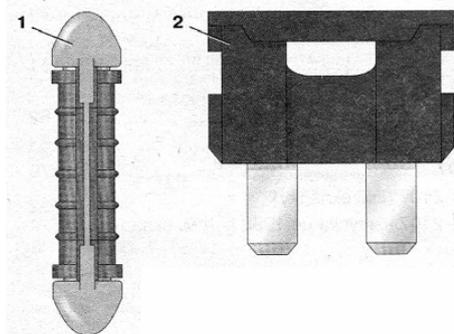


Рисунок 9.1 - Устройство плавких предохранителей.  
1-стержневой предохранитель для монтажного блока типа 15.3722; 2-штыревой предохранитель для монтажных блоков типа 40.3722 и 2105-3722010-17

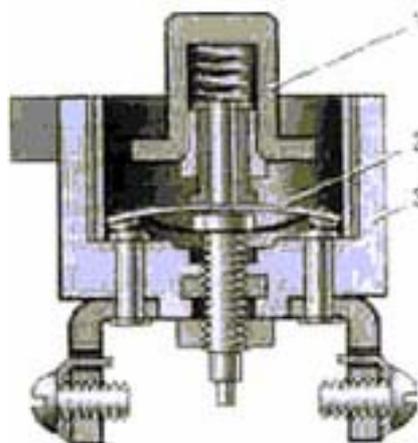


Рисунок 9.2 - Устройство термобиметаллического предохранителя:  
1 – кнопка возврата; 2 – биметаллическая пластина; 3 – корпус

Действие термобиметаллических предохранителей основано на прогибе биметаллических пластин при прохождении по ним тока. Их можно

разделить на предохранители с кнопочным выключением и вибрационного типа. В термобиметаллических предохранителях с кнопочным включением (рисунок 9.2) после размыкания цепи пластина охлаждается, но остается в положении «выключено» до тех пор, пока не будет нажата кнопка, а в предохранителях вибрационного типа после охлаждения пластина возвращается в исходное положение и контакты вновь замыкаются. Термобиметаллические предохранители более инерционны по сравнению с плавкими, их рекомендуется применять в цепях защиты электродвигателей.

Эффективность действия предохранителей определяется по их ампер-секундной характеристике, связывающей силу тока, проходящего через предохранитель, и время его срабатывания.

Ампер-секундная характеристика плавких предохранителей ПР10А, ПР12А, ПР13А приведена на рисунке 9.3,а, а термобиметаллических предохранителей ПР2Б, ПР3, ПР310, ПР315 – на рисунке 9.3,б.

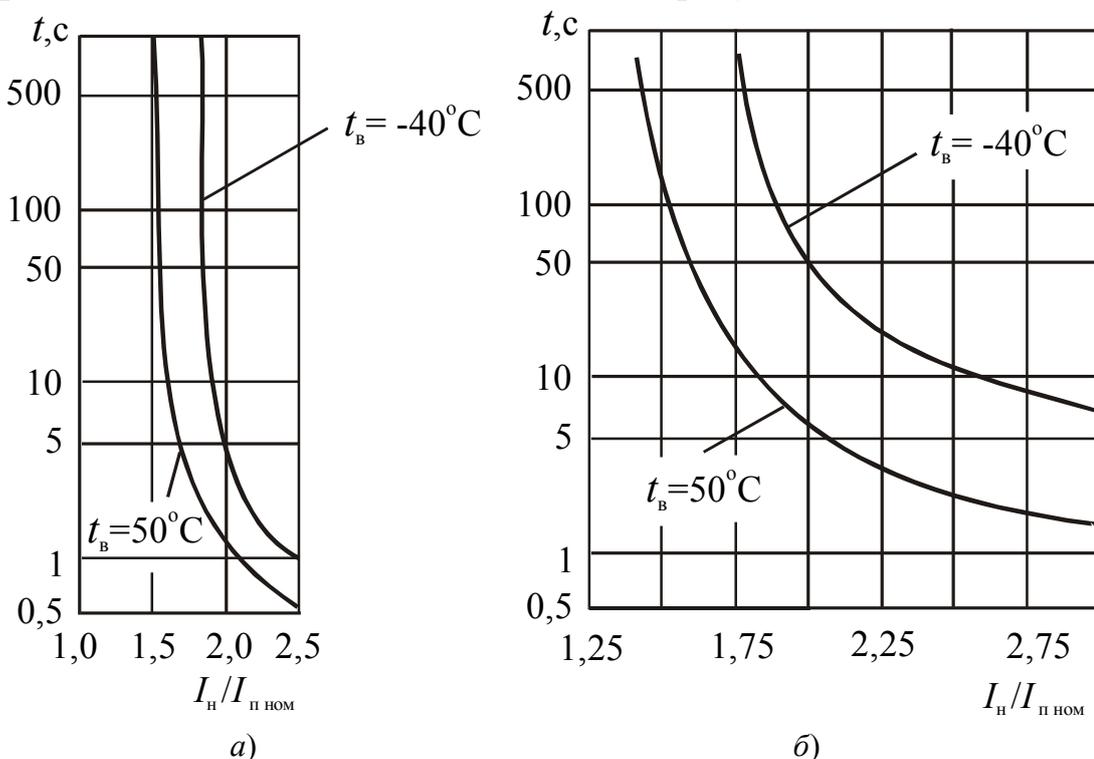


Рисунок 9.3 - Ампер-секундные характеристики предохранителей

Значение номинального тока нагрузки  $I_n$  указана по отношению к номинальной силе тока предохранителя  $I_{n \text{ ном}}$ . Характеристика имеет существенный разброс и зависит от температуры окружающей среды.

Номинальная сила тока предохранителя связана с сечением проводящей жилы провода (таблица 9.3).

Таблица 9.3

Сечение провода, мм <sup>2</sup>	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4
Номинальная сила тока для плавкого предохранителя:						
термобиметаллического	8	10	10	16	20	30
	10	15	15	20	30	40

Плавкая вставка не должна расплавляться в течение 30 мин при силе тока, в 1,5 раза превышающей номинальную, и должна разрывать электрическую цепь не более чем за 10 с при силе тока, в 3 раза превышающей номинальную. Малогабаритный плавкий предохранитель срабатывает при двукратном превышении силы номинального тока не более чем за 5 с.

Термобиметаллические предохранители при нормальных температурных условиях и силе тока, в 2,5 раза превышающей номинальную, срабатывают не более чем за 15 с. Предохранители такого типа с самовозвратом при кратности тока около 2 срабатывают не более чем за 2 мин.

Плавкие предохранители обычно объединяются в блоки. Так на автомобилях ВАЗ-2106 имеется два блока предохранителей: основной и дополнительный. В основном блоке находится 9 предохранителей на 8 А и один (1-й) – на 16 А. В дополнительном блоке имеются шесть предохранителей, два из которых (14-й и 15-й) на 16 А, а остальные на 8 А.

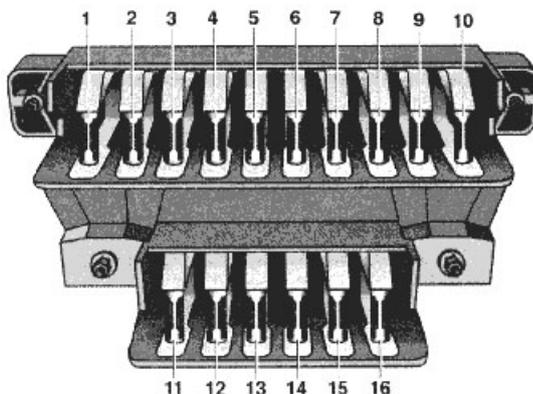


Рис. 9.4 Блоки предохранителей ВАЗ-2106.

При длительной эксплуатации автомобиля возможно окисление контактов предохранителей и их держателей в блоках, а также ослабление держателей. Это приводит к возрастанию сопротивления в электрических цепях или к обрыву (нарушению проводимости) цепей. Поэтому рекомендуется периодически проверять и зачищать контакты предохранителей и держатели предохранителей, подгибать держатели, если они ослабли.

При перегорании предохранителя ставится новый. При этом не допускается установка самодельных или каких-либо других предохраните-

лей, не предусмотренных конструкцией автомобиля, т.к. это может привести к перегреву проводов и их возгоранию.

### **Контрольные вопросы:**

1. Как устроены автомобильные провода?
2. По каким характеристикам различают провода?
3. Что такое допустимая токовая нагрузка? К чему в реальных условиях эксплуатации приведет ее чрезмерное превышение?
4. Каково назначение предохранителя?
5. Как устроен плавкий предохранитель? Каковы его основные параметры и характеристики?
6. Как устроен термобиметаллический предохранитель? Каковы его основные параметры и характеристики?
7. Какие факторы обуславливают выбор предохранителей для конкретной электрической цепи автомобиля?

### **Литература:**

1. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 2000.
2. Чижков Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. - М.: Изд-во За рулем, 2000.
3. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2103, 2106: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.
4. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2103, 2107: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.
5. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2108, 2109: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.