

A detailed close-up of a car engine, showing various mechanical components like belts, pulleys, and hoses. A rectangular metal sign with four screws is placed over the center of the image. The sign has text in Russian. In the bottom right corner, there is a circular metal part, possibly a pressure gauge, with text inside it.

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

автомобильного
электрооборудования

ТРЕЙСИ
МАРТИН

*Посвящается Лесли,
чья любовь и советы —
дар для меня*

Tracy Martin

How To Diagnose and Repair **Automotive Electrical Systems**

Трейси Мартин

Диагностика и ремонт **автомобильного электрооборудования**



Москва
2017

УДК 629.331
ББК 39.33-04
М29

HOW TO DIAGNOSE AND REPAIR
AUTOMOTIVE ELECTRICAL SYSTEMS
(Motorbooks Workshop)

Tracy Martin

© Tracy Martin, 2005

First published in 2005 by Motorbooks, an imprint of MBI Publishing Company,
Garlier Plaza, Suite 200, 380 Jackson Street, St. Paul, MN 55101-3885 USA
All rights are reserved by Justin Lewis throughout the world if not otherwise stated.

Мартин, Трейси.
М29 Диагностика и ремонт автомобильного электрооборудования : [перевод с английского] / Трейси Мартин. — Москва : Издательство «Э», 2017. — 160 с. : ил. — (Подарочные издания. Автомобили).

ISBN 978-5-699-81597-5

Эта книга станет надежным помощником и незаменимым советчиком для каждого автолюбителя. Автор работал в международных компаниях в качестве практикующего механика, преподавателя, консультанта-диагноста. На страницах книги Мартин делится опытом, облачая его в простые и понятные каждому формы.

Материал организован по темам, что помогает находить нужную информацию. Теоретическая часть снабжена схемами, таблицами и фотографиями, благодаря чему информация становится наглядной и несложной в понимании. Вы получите необходимые теоретические знания и практические навыки в области ремонта автомобильного электрооборудования.

УДК 629.331
ББК 39.33-04

ISBN 978-5-699-81597-5

© Перевод. Соков В.Ю., 2017
© Оформление. ООО «Издательство «Э», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	8
РАЗДЕЛ I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ		10
ГЛАВА 1. Закон Ома		10
	«Три вещи» о 12-вольтовых цепях постоянного тока, о которых нужно знать	11
	И еще «три вещи».....	15
	Взаимосвязь сопротивления и силы тока	18
	Цепи постоянного и переменного тока	19
	Математика? О, нет!.....	20
	Правила работы с тремя типами цепей	20
ГЛАВА 2. Проверка падения напряжения		26
	Как проводится проверка	26
	Не используйте омметр.....	27
	Как вольтметр измеряет напряжение	28
	Динамическая проверка цепей.....	30
	Падение напряжения	32
	Много — это сколько?.....	34
	Обнаружение проблемных мест.....	35
	Тестируем, не задумываясь	36
РАЗДЕЛ II. ИНСТРУМЕНТЫ		37
ГЛАВА 3. Инструменты для проверки электросистемы		37
	Пробники	38
	Мультиметры.....	40
	Автоматический выбор диапазона измерений	41
	Особенности мультиметров Fluke	42
	Измерение силы тока.....	45
	Логические пробники.....	46
	Тестирование лампами Noid Light	47
	Регистраторы короткого замыкания типа Short Finder	47
	Соединительные провода и аксессуары.....	49
	Тестеры для проверки катушки.....	50
	Тестеры проверки искры	51
	Индикатор момента зажигания (стробоскоп).....	51
	Тестеры аккумуляторных батарей (нагрузочные вилки).....	53
	Осциллографы	53
	Инструмент для пайки	55

РАЗДЕЛ III. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ	58
ГЛАВА 4. Аккумуляторная батарея	58
Химические реакции.....	59
Разряд.....	60
Электролит.....	61
Зарядка.....	62
Дополнительные характеристики АКБ.....	63
Типы батарей.....	63
Тестирование аккумуляторов. Проверка заряда.....	64
Динамическая проверка аккумулятора.....	67
Портативные тестеры аккумуляторов.....	67
ГЛАВА 5. Система зарядки и пуска	69
Система зарядки.....	69
Генераторы постоянного тока	70
Регуляторы напряжения генераторов постоянного тока.....	71
Генераторы переменного тока.....	72
Механические регуляторы напряжения генераторов переменного тока	76
Транзисторные электронные регуляторы напряжения.....	78
Встроенные и управляемые компьютером регуляторы напряжения	78
Индикаторы зарядки.....	78
Проверка генератора переменного тока	81
Общая проверка генератора	83
Тест на полное возбуждение	85
Общий тест на полное возбуждение	86
Генератор переменного тока General Motors с внешним регулятором напряжения	87
Генератор переменного тока General Motors DELCOTRON с внутренним регулятором напряжения.....	87
Генератор переменного тока DELCO-REMY CS.....	87
Генератор переменного тока Ford с внешним регулятором	89
Генераторы переменного тока Ford-Motorcraft IAR.....	89
Генератор переменного тока Chrysler с внешним регулятором напряжения	90
Генератор переменного тока Chrysler, управляемый компьютером	90
Проверка генератора постоянного тока и регулятора.....	90
Поляризация генератора	91
Мотор стартера	92
Втягивающее реле стартера	93
Проверка стартера.....	93

ГЛАВА 6.	Система зажигания	96
	Как из 12 вольт получается 100 000 вольт.....	97
	Катушки зажигания	97
	Общая проверка катушки зажигания.....	99
	Прерыватель и конденсатор.....	101
	Электронные и компьютерные системы зажигания	102
	Триггеры	105
	Модули зажигания	107
	Общая проверка модулей зажигания.....	107
	Тестирование методом подмены	108
	Вторичная цепь зажигания	116
ГЛАВА 7.	Система топливного впрыска	119
	Карбюраторы	120
	Электронная система топливного впрыска.....	120
	Общие принципы работы EFI	121
	Тестирование датчиков	125
	Датчики MAP General Motors	130
	Датчики MAP Ford Motor Company	130
	Датчики MAP Chrysler	131
	Датчики массового расхода воздуха (MAF).....	132
	Топливные форсунки и их импульс.....	134
РАЗДЕЛ IV.	ОБЩАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ	136
ГЛАВА 8.	Электрические схемы	136
	Чтение электрических схем.....	137
	Практические примеры работы с электрическими схемами.....	141
	Ответы	142
ГЛАВА 9.	Устранение неполадок в электросистемах	147
	Логика? Какая логика?	147
	«Неработающий стартер»: тематическое исследование	147
	Плохая «масса».....	151
	Взаимодействие (перемыкание) цепей	153
	Паразитные токи.....	155
	ИСТОЧНИКИ	157
	АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	159

ПРЕДИСЛОВИЕ

Несмотря на то что тема автомобильной электрики всегда буквально очаровывала меня, мне понадобилось почти четверть века, чтобы взяться за написание этой книги. Многие годы я работал в своем гараже с автомобилями самых различных марок. Часто работа была долгой и трудной, совершалась методом проб и ошибок. Приходилось выяснять, что исправно, а что нет, действуя по кратчайшему пути. Мне было необходимо найти способ разбить этот процесс на короткие этапы, простые для восприятия и понятные обычному человеку, не искушенному в вопросах механики и электрики. К счастью, меня обучали одни из лучших специалистов по ремонту автомобилей, и это сделало процесс несколько проще. Многие методы обучения, используемые для передачи технической информации в этой книге, я позаимствовал у своих друзей и коллег. Постепенно накапливая опыт, я зачастую поражался, насколько неоправданно сложным представляется все, что связано с автомобильной электрикой, электроникой и диагностическим тестированием. В этой книге я постараюсь развеять этот миф.

В начале 1980-х годов я работал лаборантом на одном крупном предприятии в Южной Калифорнии. Оно стало одним из немногих первопроходцев и новаторов в проектировании, конструировании и производстве турбокомпрессоров для дизелей и автомобильного рынка. Кроме того, у этой компании был крупнейший испытательный центр на всем Западном побережье. В начале 1980-х многие автопроизводители начали использовать преимущества турбонаддува двигателей. Так я оказался в нужное время в нужном месте, и мне представилась отличная возможность воочию наблюдать развитие новых технологий и их внедрение в производство транспортных средств. Работая именно в этой среде, я получил представление о некоторых из самых ранних систем электронного управления двигателем, их режимах работы и проблемах, которые зачастую являлись настоящей «зубной болью».

Вместе с другим техническим персоналом я устанавливал тестируемые двигатели на различные испытательные стенды и монтировал всю электронику на обычной фанерной доске, находящейся рядом с силовой установкой. В процессе совершенствования все двигатели — как карбюраторные, так и инжекторные — неизбежно ломались и требовали ремонта. Поскольку не существовало никаких сервисных документов, автомобильные инженеры являлись единственным источником информации о том, как



должны работать эти системы. И когда мы спрашивали у инженеров-разработчиков, почему что-то пошло не так, как ожидалось, чаще всего они отвечали примерно следующее: «Система, созданная на базе самой современной электроники, не могла сломаться просто сама по себе. Она спроектирована профессиональными инженерами-электриками. Должно быть, вы что-то не так установили при сборке». Но, несмотря на то что такие условия трудно было назвать идеальными для изучения автомобильной электроники, я и мои коллеги продолжали получать технические знания и опыт.

Несколькими годами позже широкое использование обычных карбюраторных систем начинает постепенно сходить на нет, а их место занимают электронные системы впрыска топлива (называемые также «инжекторные системы», или просто «инжекторы»). Методам их диагностики и ремонта я обучал своих коллег-механиков (теперь их принято называть техниками). Мне приходилось преподавать во многих транснациональных корпорациях, включая Sun,

Allen, Nissan и Snap-On. Как правило, эти занятия проходили в вечерние часы, после целого дня работы с автомобилями. Довольно часто мне приходилось видеть группы студентов, которые предпочли бы сбежать домой и поужинать, чем просиживать штаны в классной комнате на скучных лекциях. Пробудить их заинтересованность и способность воспринимать информацию было делом, мягко говоря, не самым простым. Вот таким образом я приобрел бесценный опыт инновационных способов передачи информации, многие из которых и применил при написании этой книги.

Помимо преподавательской деятельности мне повезло несколько лет поработать консультантом в уникальном и интересном деле, известном как Automotive Data Systems (ADS) в Калифорнии. Эта передовая компания осуществляла автомобильную диагностику по телефону горячей линии. Механики звонили и получали немедленные персональные советы в режиме реального времени о том, как диагностировать и устранить конкретную неисправность на конкретной машине, они получали все необходимые инструкции по той или иной технологической операции. Благодаря этому проекту удалось собрать поистине удивительную базу данных: в ней находится больше 30 000 записей, относящихся к конкретным годам, маркам и моделям транспортных средств и их неисправностям. В результате специалисты ADS были способны дать точные рекомендации клиентам в 95% случаев. Благодаря этой базе данных и ежедневной практике я смог синтезировать большой объем информации об электрических автомобильных системах, их диагностике и ремонте. Я навсегда в долгу перед парнями, которых встретил в этой компании, они всегда щедро делились (и продолжают делиться) со мной своими знаниями и опытом. К сожалению, компания, хотя до сих пор и находится в бизнесе, поглощена крупным поставщиком решений для рынка послепродажного обслуживания, и большинство специалистов теперь работают у крупного корейского автопроизводителя в Южной Калифорнии. Надеюсь, что они нашли там свою диагностическую «нирвану».

Наконец, не могу не добавить, что последние 25 лет жизни рядом со мной находилась моя супруга. На нашем первом свидании она обнаружила меня в гараже, где я разбирался с недавно приобретенным «Корветом» 1964 года. Это должно было стать для нее знаме-

нием. Тем не менее она не разочаровалась во мне. За это я навсегда в долгу перед ней, особенно за усилия, приложенные к тому, чтобы вдохнуть в меня радость жизни, сделать счастливым и полезным для других людей. Не представляю, где бы я был без нее — вероятно, черпал бы жизненную силу из другого источника, все равно мечтая о такой женщине, как она.

Безусловно, практический опыт работы кое-чему меня научил, но чем дольше я размышлял, тем больше понимал, что не знаю еще очень многого. Поэтому я хотел бы поблагодарить некоторых людей, которые помогали мне на протяжении многих лет, особенно с написанием этой книги.

В первую очередь я хочу поблагодарить человека по прозвищу Тек. Он был моим главным наставником во время моего недолгого пребывания на должности преподавателя автошколы, а также стал основателем упомянутой системы ADS. Его советы — как технические, так и носящие личный характер — на долгие годы стали для меня бесценным источником вдохновения, развития и практического профессионального роста. Без него я, более чем уверен, представлял бы сейчас из себя значительно меньше. Моя следующая благодарность Курту Муру и Дэйву Беллаверу, которые, используя свои связи, открыли мне доступ к значительной части технической информации, содержащейся в этой книге. Не могу не упомянуть и Майка МакЭлфреша — своего бывшего коллегу, технического секретаря и в целом знатока автомобилей из ADS. Без его неоценимого вклада в техническую редактуру, думаю, вы посмеялись бы над некоторыми страницами. К счастью, он щедро уделил время книге, и его готовность всегда прийти на помощь спасла меня (очень надеюсь) от профессионального конфуза. Спасибо, Майк, за помощь. Наконец, я еще раз вернусь к своей жене, невероятное терпение которой, навыки проницательного редактора и, порой, острые замечания (ОЙ!), сделали книгу лучше. Хотел бы поблагодарить ее от всей души и пообещать, что больше не буду просить ее перечитать «еще только один разочек».

В заключение я хотел бы сказать: надеюсь, что вы, мой читатель, получите некоторые знания и практические навыки, которые помогут вам обрести уверенность в собственных силах при решении проблем с электрооборудованием автомобилей.

Треиси Мартин

РАЗДЕЛ I

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Первый раздел предназначен для элементарного объяснения общей теории электричества, понятия постоянного тока и того, как электроэнергия работает в автомобиле. Для этого совсем не нужно знать глубинную физическую сущность электричества, этими лишними подробностями и так изобилуют многие книги. Однако его базовое понимание необходимо для практических навыков работы при диагностике и ремонте электрооборудования, будь то легковой автомобиль или грузовик.

Детальное изучение теории электричества гораздо более сложная и громоздкая задача, нежели та практическая прикладная часть, которая предлагается в этой книге. Поэтому я заранее приношу извинения читателям, обладающим более глубокими познаниями в электротехнике и электронике, поскольку книга

содержит некоторые вольности в трактовках и определениях с научной точки зрения. Мы начнем с самых основ, доступных пониманию каждым. Глава 1 посвящена закону Ома и рассматривает, как работает электросистема автомобиля с напряжением 12 вольт. Затем, в главе 2 рассказывается о проверке падения напряжения и о том, как следует практически применять полученные данные в контексте решения реальных проблем. Фактически все, описываемое в этой книге, базируется на элементах теории, изложенной в главах 1 и 2. Таким образом, если при чтении более сложных разделов, посвященных, например, электрическим схемам или диагностике системы впрыска топлива (инжектора), возникнут те или иные вопросы, может оказаться полезным снова просмотреть содержание двух первых глав.

ГЛАВА 1

ЗАКОН ОМА

Поскольку миллиарды электронов, несущихся по проводу со скоростью света, невозможно увидеть и, для большинства людей, даже трудно себе представить, многие люди пугаются ремонта электроники и электротехники при обслуживании автомобилей. В отличие от разборки и чистки карбюратора, замены спутившего колеса, крепления аксессуаров на автомобиль — ремонт электрооборудования действительно более интеллектуальное занятие. Однако это не является ни невозможной, ни даже трудновыполнимой задачей. Электрические системы могут озадачить, когда наблюдаешь, как бывалый специалист с электронной аппаратурой, ставя диагноз автомобилю, долго и сосредоточенно размышляет. Вы представляете, что вам придется повторить весь процесс, и сталкиваетесь с «электрическим кошмаром». Тем не менее один маленький секрет позволяет легко применить полученные навыки, необходимые при диагностике «щелкающего» стартера, потускневшей фары, глохнущего двигателя или любой другой загадочной проблемы. И этот секрет только в одном — в практике.

Большинство из нас осознают необходимость практических занятий, особенно если дело касается спорта, игры в бейсбол, езды на мотоциклах, посещения бассейна или боулинга. Все, что требует опреде-

ленного набора навыков, с приобретением опыта дается значительно легче. Для примера, предположим, что вы редко берете в руки бейсбольную биту, тогда и шансы на успех в игре будут крайне незначительны. Ведь всем известно, что чем меньше практики, тем длиннее путь к достижению успеха.

Если в один прекрасный день ваш автомобиль не завелся, вряд ли стоит бросаться к нему с новым цифровым вольтметром в руках: начальных технических знаний может оказаться недостаточно. Предварительно стоило бы попрактиковаться, поработав с прибором на исправной цепи. Когда с вашим автомобилем что-то случится, подобный опыт будет полезен и все ремонтные работы окажутся намного проще, чем виделись изначально.

Применяя теорию электричества в жизни, вы будете знать, какие значения должны быть на дисплее мультиметра (вольтметра, амперметра, омметра) при исправной цепи, еще до подключения к неисправной. При этом необходимо понимание того, что означают цифры на индикаторе, ибо они лишь визуализируют невидимую проблему. Практикуясь на рабочих цепях, параметры которых заранее известны, вы поймете алгоритмы поиска неисправности и, разбив общую цепь на участки, выявите ее причины. Все это достаточно просто.



Простой 12-вольтовый аккумулятор, провода и лампочки составляют основную цепь постоянного тока

«ТРИ ВЕЩИ» О 12-ВОЛЬТОВЫХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА, О КОТОРЫХ НУЖНО ЗНАТЬ

Все электроприборы автомобиля являются частью общей цепи. Другими словами, цепь — это схема, по которой соединяются и управляются входящие в нее электрические компоненты. Компоненты, как правило, подразделяются по системным категориям (хотя и не всегда). Например, в систему освещения входят фары, задние фонари, противотуманные фары и лампы освещения салона; система зарядки включает в себя генератор, регулятор напряжения (если тако-

вой используется) и аккумуляторную батарею; типовая система впрыска топлива (инжектор) состоит из электронного блока управления двигателем (ЭБУ), различных датчиков и исполнительных устройств.

Внутри каждой системы содержатся отдельные цепи, которые управляют конкретными электрическими компонентами. Например, передние фары и задние фонари являются частью системы освещения, но каждый из этих компонентов работает через самостоятельную цепь, входящую в состав данной системы. Говоря иначе, мы имеем дело с «системой внутри системы» (или подсистемой), что создает определенные

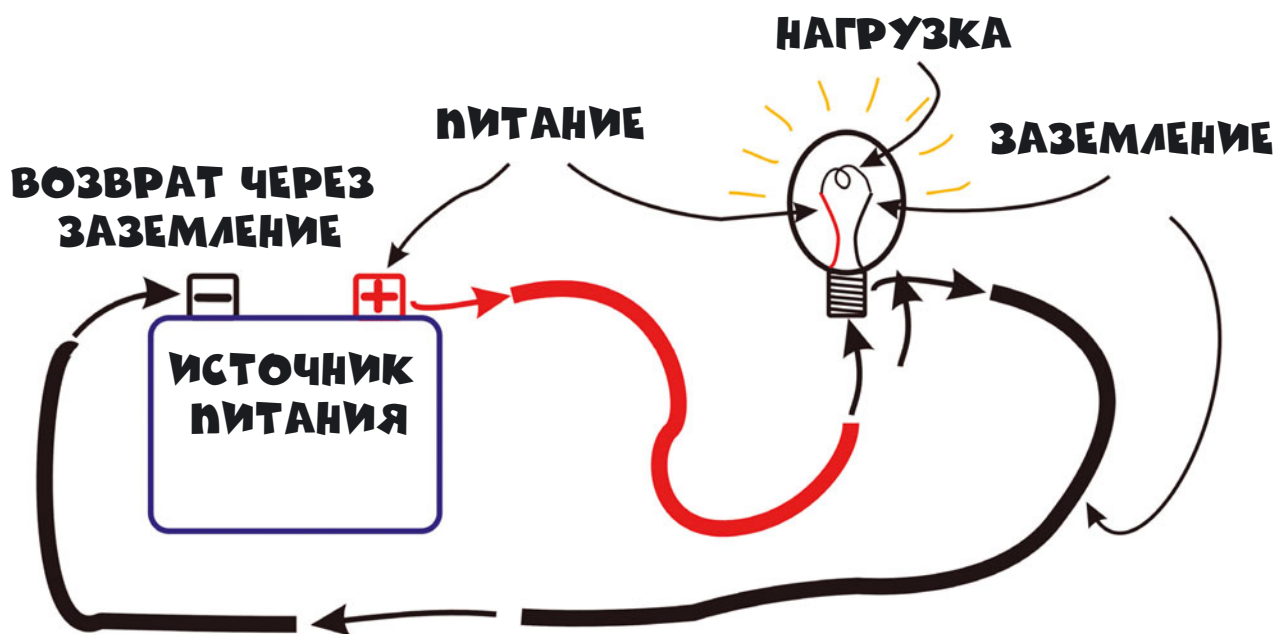


Рис. 1-1. Три элемента в цепи постоянного тока 12 вольт: (1) положительный полюс батареи и красный провод являются источником питания, (2) устройство нагрузки или нагрузка нити накала: внутри лампочка и — (3) черный провод для возвращения заземления

трудности для механиков и техников, когда они сталкиваются с неполадками электрооборудования.

Для диагностирования неполадок неисправная цепь должна быть полностью изолирована (и от общей системы, и от других исправных цепей внутри своей подсистемы).

Столкнувшись с ремонтом электрооборудования, владельцы, как правило, обращаются к схемам, ошибочно полагая, что они помогут определить конкретные неисправные участки цепи. Такой подход можно сравнить с поиском иголки в стоге сена. Электрические схемы не выделяют и не распознают неработоспособные цепи. На самом деле они изображают всю подсистему (например, освещения) или электрооборудование автомобиля в целом. Не правда ли, пугающий подход, если вы не знаете, что именно искать?

При правильной идентификации цепи и ее последующей изоляции нужно просто подключить к ней вольтметр и заранее предвидеть показания прибора. Это совсем несложно и нестрашно, когда вы понимаете «три вещи», которые составляют основу работы 12-вольтовых цепей постоянного тока. Если какая-нибудь из этих «вещей» отсутствует — цепь перестает работать. Может, это и не столь очевидно при первом взгляде на полную схему электрооборудования или на жгуты проводов под капотом, однако дело обстоит

именно так. Эти «вещи» легко идентифицируются как основные компоненты 12-вольтовых цепей постоянного тока, особенно если знаешь, что искать.

Итак, пора их назвать. Чтобы цепь работала, нам необходимы: источник питания, нагрузка и «масса».

Источник питания

Само собой разумеется, что каждый электрический компонент для того, чтобы функционировать, должен иметь источник питания. Вся электрическая энергия, необходимая, чтобы элементы цепи выполняли свою работу, обеспечивается источником питания. Электроны (невидимые человеческому глазу частицы), упорядоченно перемещаясь вдоль проводника, взаимодействуют между собой и передают энергию из одной точки в другую, обеспечивая, таким образом, питание цепи. Начиная свой путь от положительной клеммы аккумулятора, электроны передвигаются по цепи. Любые проблемы с подключением питания повлияют на всю электрическую цепь. Кажется, все предельно просто, но зачастую и профессиональные механики, и любители проводят множество часов, пытаясь понять, почему что-то не работает, хотя причина кроется в перегоревшем предохранителе.

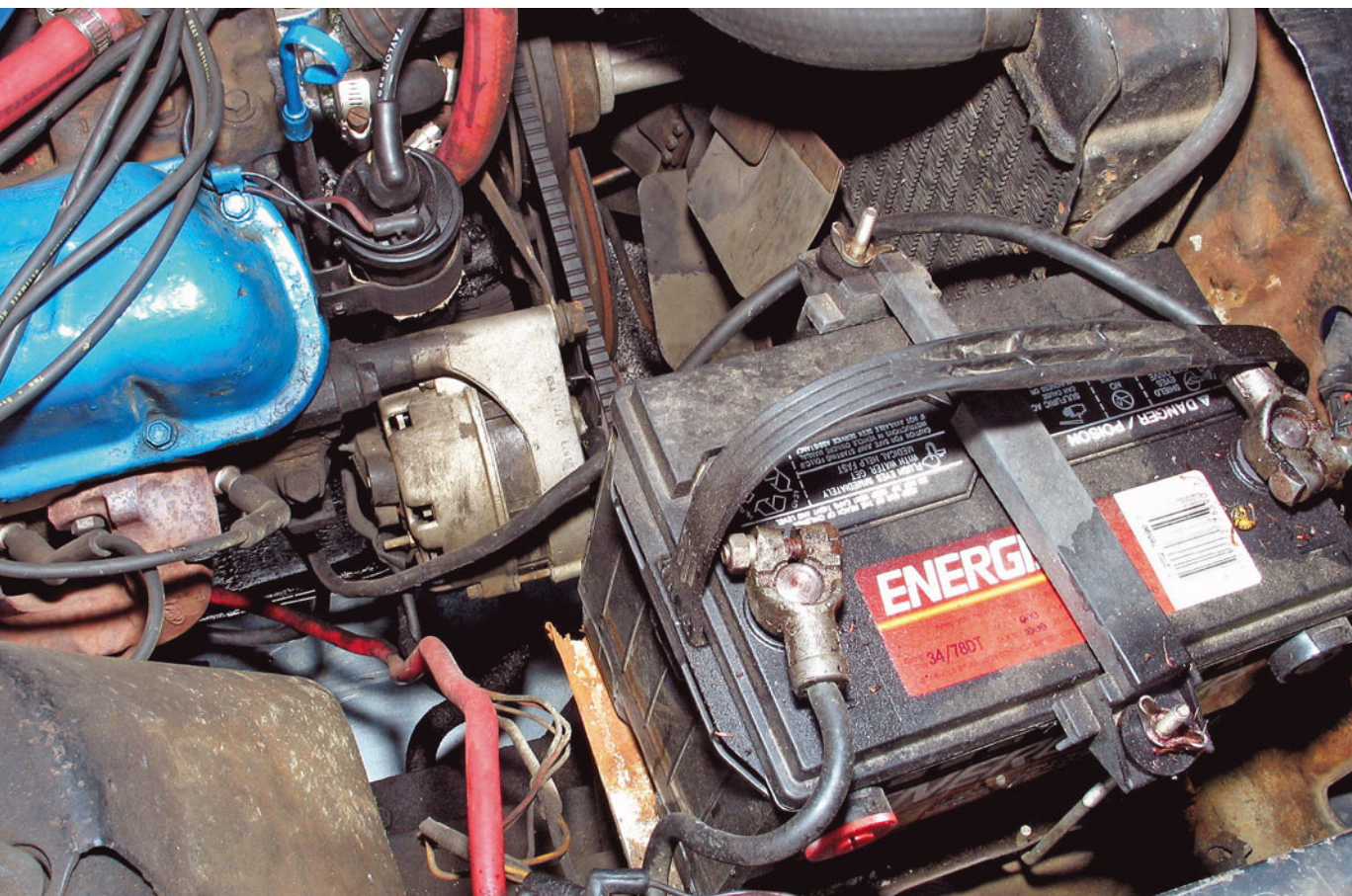
Основными источниками питания всех электрических цепей транспортного средства являются аккумулятор и (или) генератор. Провода, подключенные к положительной клемме аккумулятора или к выходной клемме генератора, также рассматриваются как источники питания. К этой же категории можно отнести все реле, предохранители, в том числе плавкие вставки, и распределители, поскольку и они обеспечивают электрические компоненты питанием, участвуя в их соединении с плюсовой клеммой аккумулятора. Существует и другая дополнительная терминология. Источники питания иногда называют «плюсом», «питанием», «положительным полюсом», а то и просто «напругой».

Нагрузка

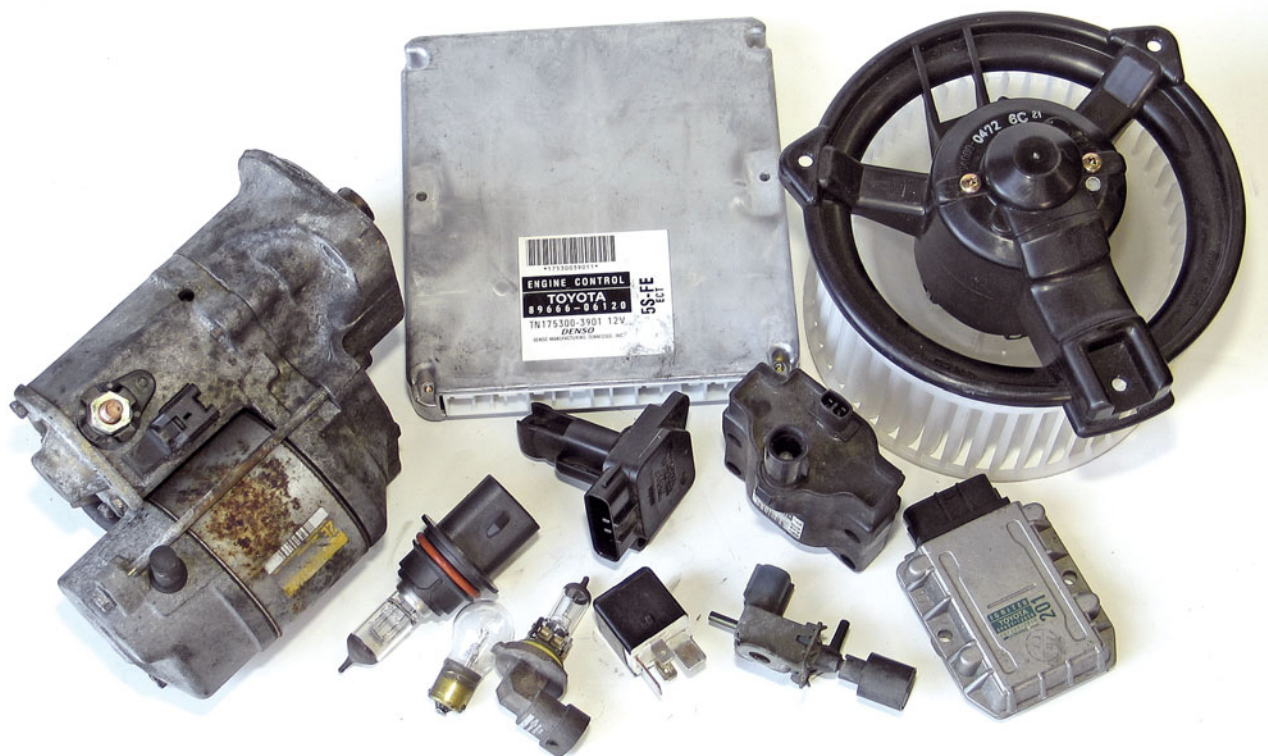
Нагрузкой в электрической цепи считается любой компонент, который потребляет электрическую энергию (такой компонент также называется потребителем или приемником). Нагрузка создает сопро-

тивление движению электронов по цепи (обладает сопротивлением). В большинстве случаев нагрузка представляет собой проводники различной длины, размера и формы, а также их сочетания. Примерами нагрузки могут служить электродвигатели, лампы, реле, катушки и свечи зажигания, электромагниты, электронные блоки. В электросистеме автомобиля входят сотни таких устройств, все они выполняют определенную функцию и являются частью конструктивной схемы.

Однако есть и такие разновидности нагрузки, без которых мы вполне могли бы обойтись. Это широчайшая гамма от коррозии и ослабленных электрических соединений до поврежденной изоляции проводов и изношенных контактов в переключателях и реле. Они носят паразитный характер, так как создают излишнее сопротивление, повышают расход энергии и оказывают нежелательное воздействие на электрические цепи. Хуже всего, что эти нагрузки не показаны на схемах, и их необходимо искать самосто-



Во всех автомобилях есть два источника питания – аккумулятор и генератор переменного тока (или генератор постоянного тока в более старых моделях)



Эти компоненты могут казаться разными, но все они выполняют функцию нагрузочных устройств, создающих сопротивление электронам

ательно! (В главе 2, посвященной тестированию падения напряжения, будет рассказано, как именно это делается.)

«Масса»

Упрощенно говоря, «масса» представляет собой путь, по которому электроны «возвращаются» обратно в батарею после использования нагрузкой. В этом качестве выступают любые металлические части кузова, двигателя, трансмиссии или рамы транспортного средства (откуда, собственно, и пошло русское название) и присоединенные к ним провода. Их иногда ошибочно называют «минусом», ввиду того, что они используются в качестве второго провода в обычных электросхемах и подключены к отрицательному полюсу аккумулятора. Почему это название ошибочно, я расскажу чуть позже.

В англоязычной литературе встречается термин Ground Return («возврат через землю»), и на схемах имеется обозначение GND (Ground — земля). В электронике также используется термин «земля» — узел цепи, потенциал которого условно принимается за ноль, и все напряжения в системе отсчитываются от потенциала этого узла. Но в ав-

томобильной отрасли это все же принято называть «массой».

Последовательность движения электронного потока по маршруту источник—нагрузка—«масса» называют полным циклом. Если в цепи отсутствует хотя бы одна «вещь» из трех перечисленных, цепь перестанет функционировать.

Поскольку электроны в цепи невидимы, трудно получить представление о том, что именно происходит внутри системы. Рассмотрим простейшую 12-вольтовую цепь, состоящую из аккумулятора, лампочки и провода. Единственным визуальным подтверждением того, что цепь работает, является загорание лампочки. Если же все подключено, но лампочка не горит, специалист может сделать вывод, что отсутствует какая-то одна из «трех вещей».

Давайте взглянем на эту концепцию немного по-другому. Удобный способ осмысления происходящего внутри рабочей электрической цепи — сравнить провод со шлангом, по которому течет вода. Представьте себе емкость, наполненную водой, со встроенным внутренним насосом. Через патрубок и присоединенный к нему шланг эта емкость подключена к какому-то устройству (к нагрузке). Вода

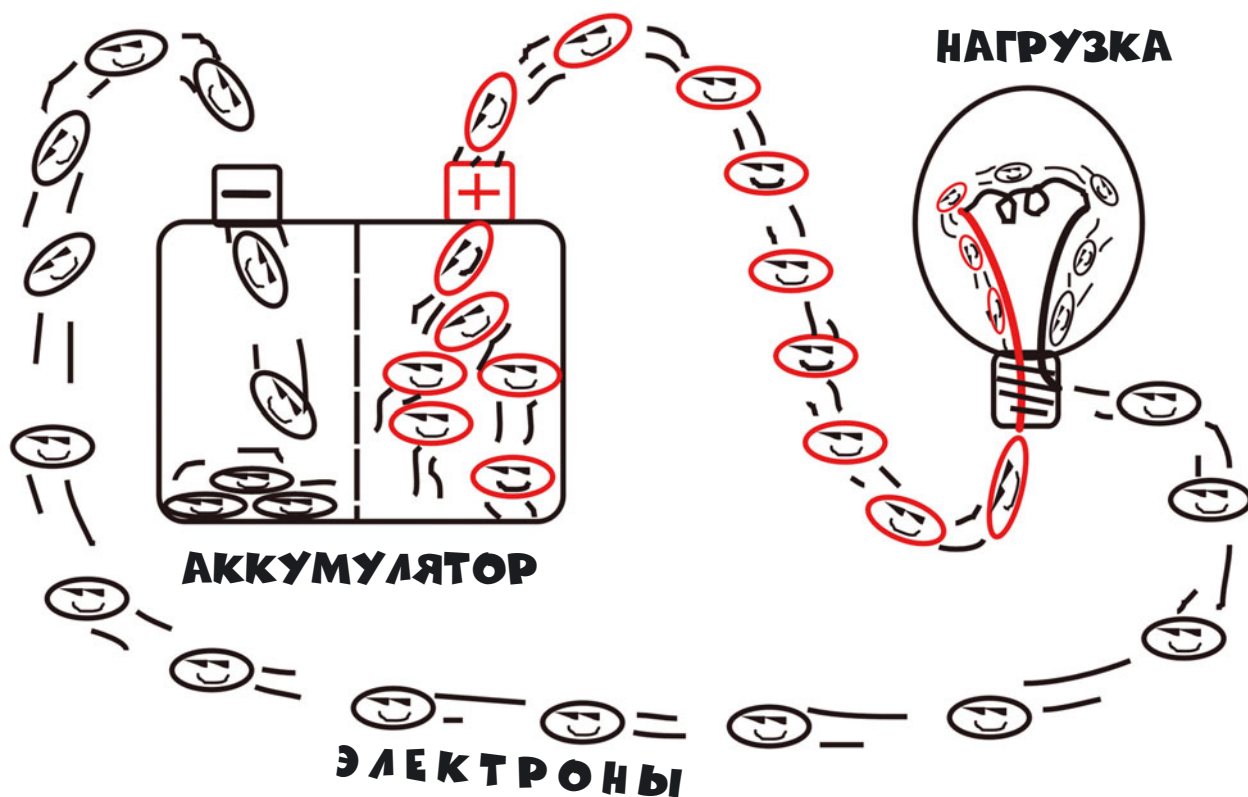


Рис. 1-2. Счастливые рабочие электроны выходят из батареи и, перемещаясь через нагрузочное устройство, возвращаются к батарее через заземление — таким образом замыкая схему

откачивается из этого бака, под давлением попадает на нагрузку, и при этом выполняется какая-то полезная работа. Находясь под тем же давлением, вода из нагрузки попадает в обратный шланг (в нашем случае это «масса»), отправляется назад в бак, после чего цикл повторяется.

Для того чтобы процесс оставался непрерывным, вода должна возвращаться в емкость с той же скоростью, с какой была откачана. Поток электронов в цепи действует аналогичным образом. По бортовой цепи от источника питания частицы перемещаются к полезной нагрузке, обеспечивая ее энергией и заставляя выполнить определенный вид работы. После этого электроны через «массу» возвращаются в аккумулятор.

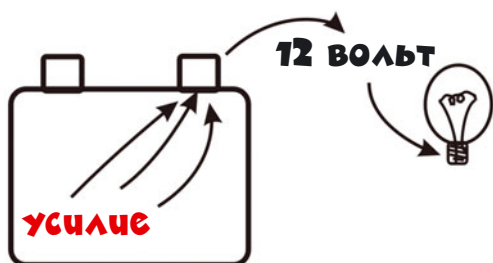
И ЕЩЕ «ТРИ ВЕЩИ»

Вы уже догадались, что все не может быть так просто! Неужели достаточно отслеживать только три вышеупомянутых понятия? Не беспокойтесь, осталось не очень много.

Источник питания, нагрузка и «земля» — физические объекты, их можно увидеть и пощупать руками. В дополнение к этим трем физическим объектам существуют еще три понятия, менее осязаемые. Понимание их значимости и взаимосвязи так же важно, как и понимание «трех вещей», о которых говорилось раньше. К счастью, результат их взаимодействия можно наблюдать.

Следующими «тремя вещами» являются: напряжение, сила тока и сопротивление.

Говоря абстрактно, напряжение следует воспринимать, как «давление» электричества в цепи, силу тока — как количество электричества, а сопротивление — как ограничение для движения потока электронов. Эти три понятия представляют электрические величины для отображения процессов, происходящих «внутри» рабочего контура. Ясное представление о том, как напряжение, сила тока и сопротивление взаимосвязаны, дает однозначную оценку правильности (или неправильности) функционирования той или иной электрической цепи.



электрическое давление

Рис. 1-3. Давление воздуха и напряжение (электрическое давление) похожи тем, что чем больше прикладывается усилий, тем большая сила передается нагрузочному устройству

Напряжение

Как было сказано выше, напряжение можно рассматривать как некоего рода «давление», которое требуется для того, чтобы «протолкнуть» электроны от положительной клеммы аккумулятора к нагрузке, а потом обратно на «минус». Его можно сравнить с потоком сжатого воздуха, производимым воздушным компрессором.

Компрессор закачивает воздух в резервуар, где он и хранится в качестве источника энергии. После подключения через шланг пневматического инструмента и нажатия на спусковой механизм воздух под давлением поступает к инструменту, и тот может выполнять работу. Чем выше давление, тем большую работу инструмент может выполнить. То же самое происходит и с напряжением: чем оно выше, тем больше «электрического давления» присутствует в системе и электроны сильнее «проталкиваются» по проводам и через нагрузку. Напряжение полностью заряженной аккумуляторной батареи составляет около 12,6 вольт, а при работающем двигателе генератор вырабатывает до 14,5 вольт. Этих относительно невысоких значений достаточно для работы системы электрооборудования, важно лишь не допускать его потери

вследствие плохого контакта, обрыва провода и других подобных причин.

Впрочем, в автомобиле есть одна электросистема, в которой «электрическое давление» значительно превышает 12,6 вольт. Речь идет о системе зажигания. В этой системе в качестве нагрузки выступают свечи зажигания. Они конструктивно имеют воздушный зазор между электродами. Напряжение в системе зажигания должно быть достаточно высоким, чтобы преодолеть высокое сопротивление, созданное воздушным зазором. Высокое напряжение генерирует искру, которая «перепрыгивает» с центрального электрода на боковой. Старые системы зажигания требовали напряжения около 25 киловольт, у современных оно значительно больше — часто свыше 100 киловольт. Если вы работали с системой зажигания при работающем двигателе и получали разряд, вы понимаете, насколько он чувствителен.

Сила тока

Под силой тока мы будем понимать количество (или объем) электричества, протекающего через цепь. Наибольший ток потребляет двигатель стартера, поскольку ему требуется много электронов, которые должны пройти от аккумулятора через стартер и обратно в батарею, чтобы получить достаточно энергии для пуска двигателя. Так, например, чтобы «провернуть» 8-цилиндровый V-образный двигатель, требуется около 250 ампер. Провода стартера, как положительные, так и отрицательные, должны иметь достаточно большой диаметр, чтобы обеспечить неограниченный поток электронов. Другими словами, диаметр провода в системе стартера должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить условия для проведения необходимого количества тока через систему. И наоборот, лампы заднего фонаря не требуют много энергии, потому что потребляют небольшой ток, а значит, и диаметр проводов, задействованных в этой схеме, значительно меньше, чем в цепи стартера. Сила тока здесь не превышает 2 ампер, и, следовательно, нужно и меньшее «количество электронов».

Если бы мы попытались использовать такие провода в цепи стартера, они бы просто расплавились.

Сопротивление

Теперь поговорим о сопротивлении, которое будем рассматривать как механизм ограничения движения потока электронов. Можно сказать, что сопротивление в любой точке цепи замедляет движение электронов. По определению, любая нагрузка обладает собственным сопротивлением. Связь между напряжением, силой тока и сопротивлением была обнаружена около 170 лет назад выдающимся немецким физиком Георгом Симоном Омом. Теория, объясняющая



Относительно большой размер аккумуляторного кабеля позволяет ему передать 250 ампер на зажигание, при этом не перегреваясь. Провод меньшего размера не позволил бы выдержать 25 ампер, и при использовании в цепи зажигания он просто расплавился бы

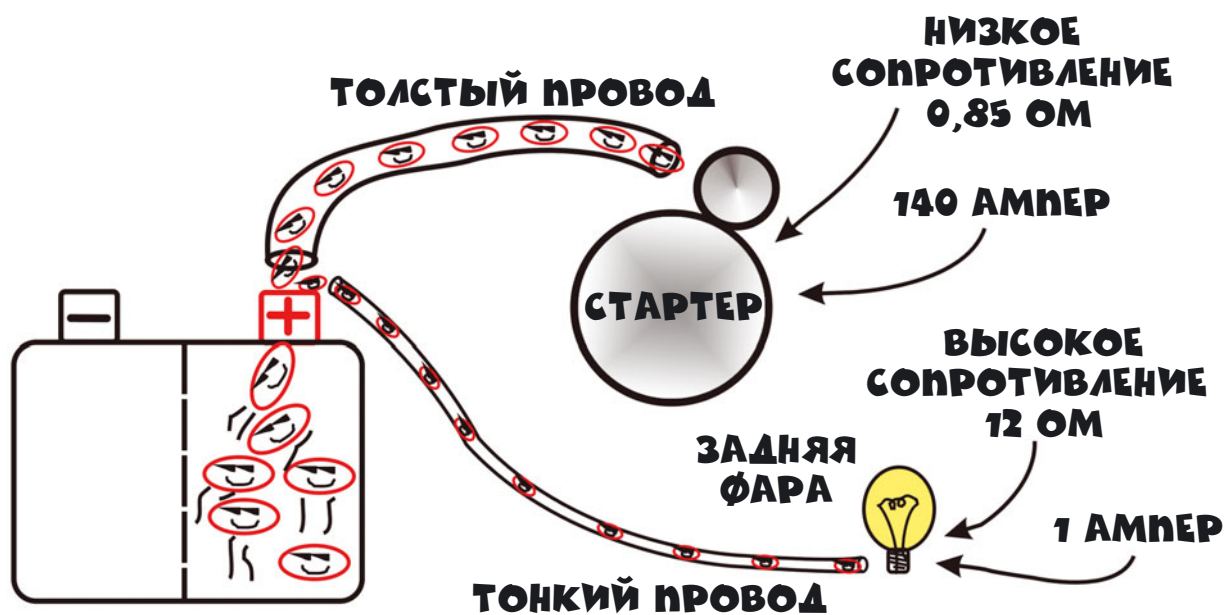


Рис. 1-4. Большая сила тока и невысокое сопротивление в схеме зажигания требуют использования кабелей большого диаметра для прохождения энергии к стартеру и возвращения в аккумулятор. Однако высокое сопротивление и низкая сила тока в задних фарах требуют использования проводов небольшого диаметра для электрической нагрузки

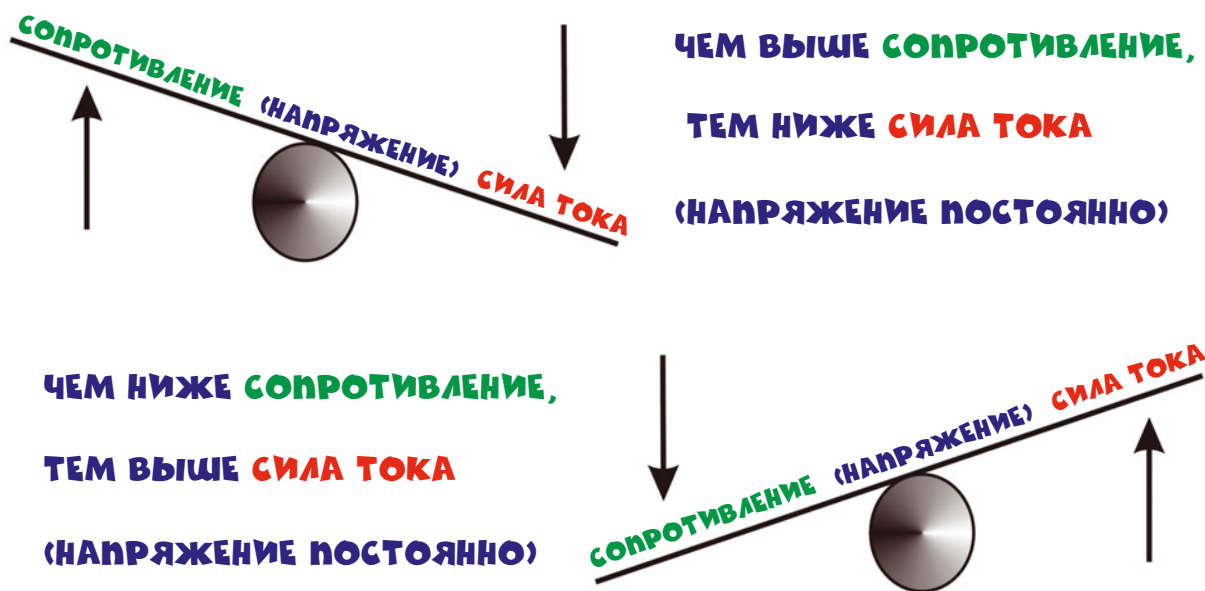


Рис. 1-5. Если вы ничего не запомнили из этой главы, просто запомните связь между сопротивлением и силой тока и то, как они взаимодействуют в цепи, поскольку эти знания на вес золота (и денег!), с их помощью вы сможете выполнить диагностику большинства электрических неполадок. Если сила тока низкая, тогда в любом случае сопротивление будет высоким; если в цепи высокая сила тока, то сопротивление будет низким

принципы этой связи, названа законом Ома, единица измерения сопротивления также называется ом.

Электрооборудование автомобиля содержит цепи как с высоким, так и с низким сопротивлением. Например, лампочка плафона, который используется для освещения салона, может иметь высокое сопротивление в 12 ом и, следовательно, потреблять токи низких значений. Напротив, у стартерного двигателя сопротивление значительно ниже (порядка 0,06 ом), что позволяет протекать через него большему количеству электронов (большему току) из аккумулятора. Как уже было отмечено, сопротивление ограничивает «путешествие» электронов по проводам. Как и большинство из нас, электричество «лениво» по своей сути и выбирает путь наименьшего сопротивления из одной точки цепи в другую. Например, если подключить два провода с разным сопротивлением к одинаковым лампочкам, электроны «потекут» в ту цепь, где сопротивление ниже, и загорится только одна из двух.

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА

Очень часто электрические неполадки в автомобилях объясняются тем, что некоторые цепи имеют сопро-

тивление выше допустимого. Оно замедляет поток электронов настолько, что приводит к снижению производительности и невозможности использования устройства. Между силой тока и сопротивлением существует прямая связь, причем эта связь, по сути, причинно-следственная, и ее понимание чрезвычайно важно, так как она является ключевой при решении многих проблем с электрикой в автомобиле.

И медленное проворачивание стартера, и тусклые фары — результат недостаточного количества электронов, проходящих полный цикл от батареи по цепи и обратно. В каком-нибудь месте цепи высокое сопротивление может вообще перекрыть их движение. Таким образом, увеличение сопротивления вызывает уменьшение силы тока.

Однако всякий раз происходит и обратное: слишком низкое сопротивление цепи ведет к увеличению силы тока. Например, если источник питания приходит в прямой контакт с «массой» (например, вследствие повреждения изоляции) и ток возвращается обратно, минуя предполагаемую нагрузку, снижение сопротивления вызывает повышение силы тока. Если диаметр проводов слишком мал, чтобы проводить увеличенный ток, они могут перегреться, расплавиться и стать причиной пожара. Для защиты

НАПРЯЖЕНИЕ = СИЛЕ ТОКА, УМНОЖЕННОЙ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ

СОПРОТИВЛЕНИЕ = НАПРЯЖЕНИЮ, РАЗДЕЛЕННОМУ НА СИЛУ ТОКА

СИЛА ТОКА = НАПРЯЖЕНИЮ, РАЗДЕЛЕННОМУ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ



ЗАКОН ОМА

МОЩНОСТЬ = СИЛЕ ТОКА, УМНОЖЕННОЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ

СИЛА ТОКА = МОЩНОСТИ, РАЗДЕЛЕННОЙ НА НАПРЯЖЕНИЕ

Рис. 1-6. Это основные формулы, используемые в любых 12-вольтовых схемах постоянного тока. Для нахождения одного из неизвестных значений вам понадобится знать два других — вольты, амперы или омы. Неизвестное значение может быть вычислено по простой математической формуле

цепей в подобных случаях применяются предохранители, которые, перегреваясь под воздействием избыточной силы тока, расплавляются и размыкают цепь. Можно сказать, что они обеспечивают некий запас противопожарной безопасности, да и заменить сам предохранитель значительно проще, чем обгоревшие провода.

Таким образом, важно помнить об обратной пропорциональной зависимости между сопротивлением и силой тока. Когда сопротивление в цепи уменьшается, ток в ней пропорционально возрастает, и наоборот, повышение сопротивления ведет к пропорциональному уменьшению силы тока.

ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В цепях постоянного тока он течет только в одном направлении. Для простоты объяснения (и следуя традициям автомобильных публикаций) скажу, что на всех схемах постоянного тока, изображенных в этой книге, предполагается движение электронов от положительного полюса к отрицательному, что соответствует традиционной электрической теории. В реальности же движение электрона на субатом-

ном уровне происходит в обратную сторону — от отрицательного полюса к положительному. Более подробное объяснение этого факта будет изложено в главе 4.

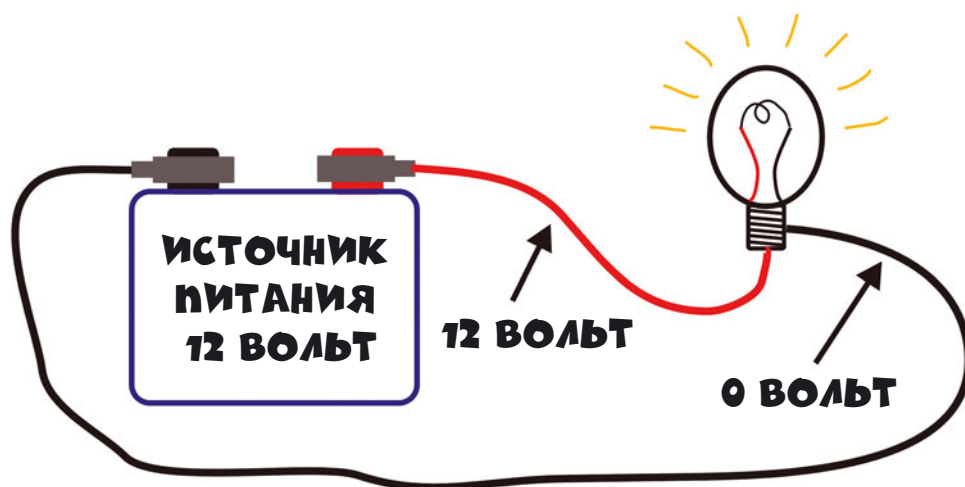
Так как вы все равно не сможете увидеть, в каком именно направлении электроны движутся в цепи, это не играет никакой роли. Для практических целей значительно важнее помнить то, что в цепях постоянного тока это движение идет только в одном направлении. Поэтому для наглядности в этой книге, согласно традиционным представлениям, используется простое предположение (пусть даже и неправильное), что ток всегда течет от «+» к «-».

А вот в цепях переменного тока его направление, напротив, циклично меняется с определенной частотой. Например, частота бытового напряжения в США — 60 Гц¹. Цепи переменного тока работают с более высокими значениями напряжений, нежели цепи постоянного, — 120, 220 или 440 вольт против 12 или 24.

Следует иметь в виду, что некоторые электрические компоненты автомобилей вырабатывают только переменный ток (генератор и некоторые электронные датчики). Однако ток, произведенный генератором,

¹ Согласно требованию межгосударственного стандарта ГОСТ 29322-92 сетевое напряжение в России должно составлять 230 В при частоте 50 Гц.

Рис. 1-7. Напряжение в 12 вольт присутствует на красном проводе между аккумулятором и лампочкой (нагрузочным устройством). Лампочка израсходовала все доступное напряжение. Таким образом, на проводе заземления, идущем к аккумулятору, напряжение будет равняться 0



проходя через диодный мост (диоды можно рассматривать как своеобразные односторонние электрические клапаны, пропускающие ток только в одном направлении), прежде чем достигнуть аккумулятора, преобразуется в постоянный.

В автомобиле нет систем, работающих с переменным током, и, более того, ни конфигурация проводки, ни сами компоненты переменного тока не совместимы со схемами тока постоянного.

МАТЕМАТИКА? О, НЕТ!

Книги по электронике всегда пестрят математическими выкладками, но при столкновении с очередной загадочной формулой волноваться не стоит: эта книга разъяснит всю ее простоту.

При диагностике проблем с электрооборудованием на легковом автомобиле или грузовике понимание динамической взаимосвязи между напряжением, силой тока и сопротивлением намного важнее любых математических навыков.

Тем не менее могут понадобиться и некоторые математические расчеты, когда, например, вы намереваетесь добавить в автомобиль какой-нибудь электрический аксессуар. Можете ли вы себе представить сечение проводов, необходимых для установки дополнительно купленной 2000-ваттной стереосистемы? Нужна ли установка нового, более мощного генератора, чтобы звучание этой системы вас удовлетворило? А какие параметры должны быть у предохранителя, чтобы защитить цепь от перегрузки?

Итак, вот формулы для основных расчетов напряжения, сопротивления, силы тока и мощности почти

в любой цепи. В целом они охватывают наиболее распространенные задачи проектирования схем.

Чтобы определить значение любого неизвестного напряжения, силы тока или сопротивления, достаточно знать два параметра из трех, а третья, неизвестная величина может быть определена на основе двух известных. Несколько простых математических вычислений позволяют рассчитать электрическую нагрузку на цепь.

Чтобы найти напряжение, потребляемое цепью, необходимо умножить силу тока на сопротивление; сопротивление рассчитывается путем деления потребляемого напряжения на силу тока в участке цепи; сила тока рассчитывается делением напряжения на сопротивление. Если известна потребляемая мощность планируемого к установке дополнительного аксессуара и вы желаете знать, какова будет сила тока, разделите мощность на напряжение, и наоборот — для расчета допустимой мощности умножьте напряжение на силу тока.

ПРАВИЛА РАБОТЫ С ТРЕМЯ ТИПАМИ ЦЕПЕЙ

Все цепи, используемые как в легковых, так и в грузовых автомобилях, делятся на три типа: последовательные, параллельные и последовательно-параллельные, причем первые два типа считаются более распространенными, они применяются и в старых, и в современных моделях. Для каждого типа существуют свои правила работы, но некоторые из этих правил распространяются только на один тип, некоторые — на два или три. Знание и понимание этих правил дает вам огромное преимущество при диагностике электрических неисправностей.

Последовательные цепи

При работе с последовательными электрическими цепями следует знать три правила.

Первое из них: все имеющееся напряжение в последовательной цепи будет израсходовано нагрузкой. Это правило очень важно не забывать. Помня о нем, вы всегда сможете определить, какое напряжение должно быть в любой точке последовательной цепи, и если вдруг вольтметр даст неожиданный результат, вы будете знать, где искать неисправность.

На рисунке показана схема подключения источника питания (положительной клеммы аккумуляторной батареи) к лампе (она является нагрузкой).

Все «полные» 12 вольт на участке между аккумулятором и нагрузкой можно измерить с помощью вольтметра. Однако «жадная» лампочка «ест» все доступное напряжение, поэтому разность потенциалов между нулевым проводом и отрицательной клеммой батареи отсутствует. Правда, последнее утверждение не абсолютно верно. Поскольку «масса» тоже обладает малым сопротивлением, между заземляющим проводом и отрицательной клеммой также присутствует некоторое напряжение, но оно будет пренебрежительно мало, поэтому его считают равным нулю. В главе 2, посвященной тестированию падения

напряжения, будут даны более глубокие разъяснения о том, чего следует ожидать от показаний вольтметра при этом измерении.

Второе правило последовательных цепей: если в цепи имеется несколько нагрузок, то каждая из них пропорционально делит общее напряжение, увеличивая тем самым общее сопротивление всей цепи.

Представьте себе эти нагрузки в виде последовательного ряда лампочек на гирлянде рождественской елки.

Каждая из них обладает собственным сопротивлением и соответственно добавляет его к общему сопротивлению всей цепи. Последовательный рост увеличения общего сопротивления по мере увеличения количества нагрузок ведет к снижению силы тока. Вдобавок каждая из лампочек распределяет потребляемое напряжение по участкам, и именно поэтому в последовательной цепи оно не является постоянной величиной и зависит от сопротивления каждой из них. При этом нельзя забывать, что каждой нагрузке в последовательной цепи требуется как источник питания, так и «масса». Поскольку нагрузки соединены между собой, источник питания для одной из них одновременно выступает в качестве «массы» для другой.

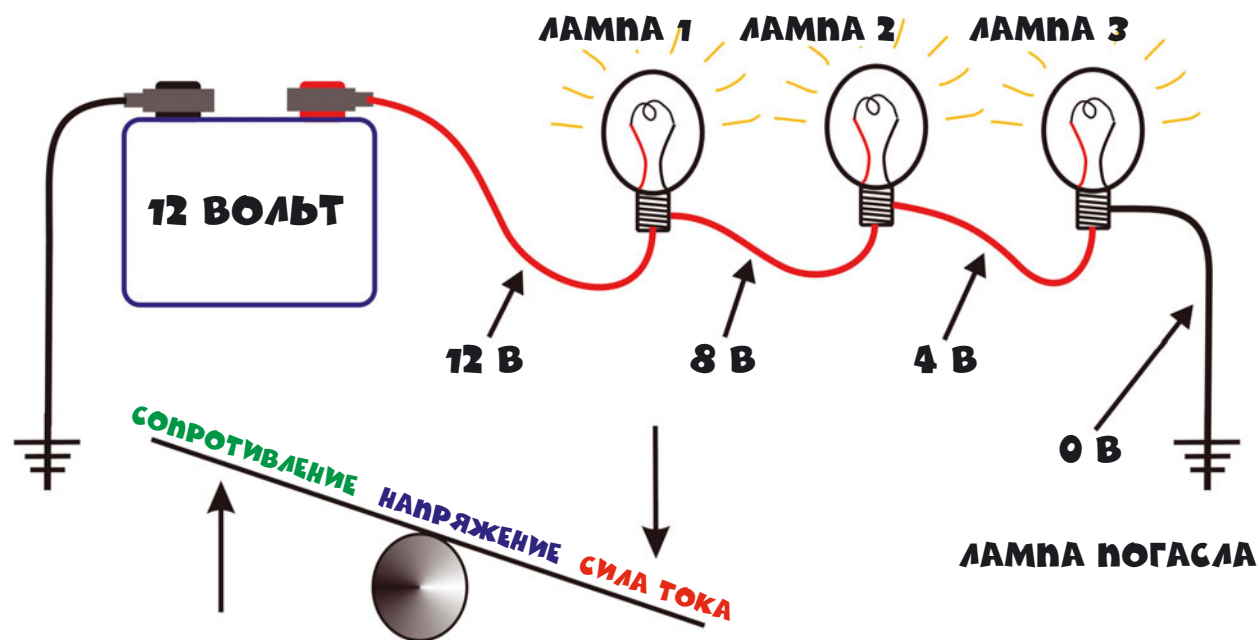


Рис. 1-8. Каждая лампа на 12 вольт (нагрузочное устройство) имеет одинаковое собственное сопротивление, в результате они используют все напряжение. Разница в напряжении между источником тока и заземлением для каждой лампы равняется 4 вольтам. Следовательно, каждая лампа получает по 4 вольта для собственной работы. В результате того, что лампы спроектированы на 12 вольт, а не на 4, каждая из них светит тускло

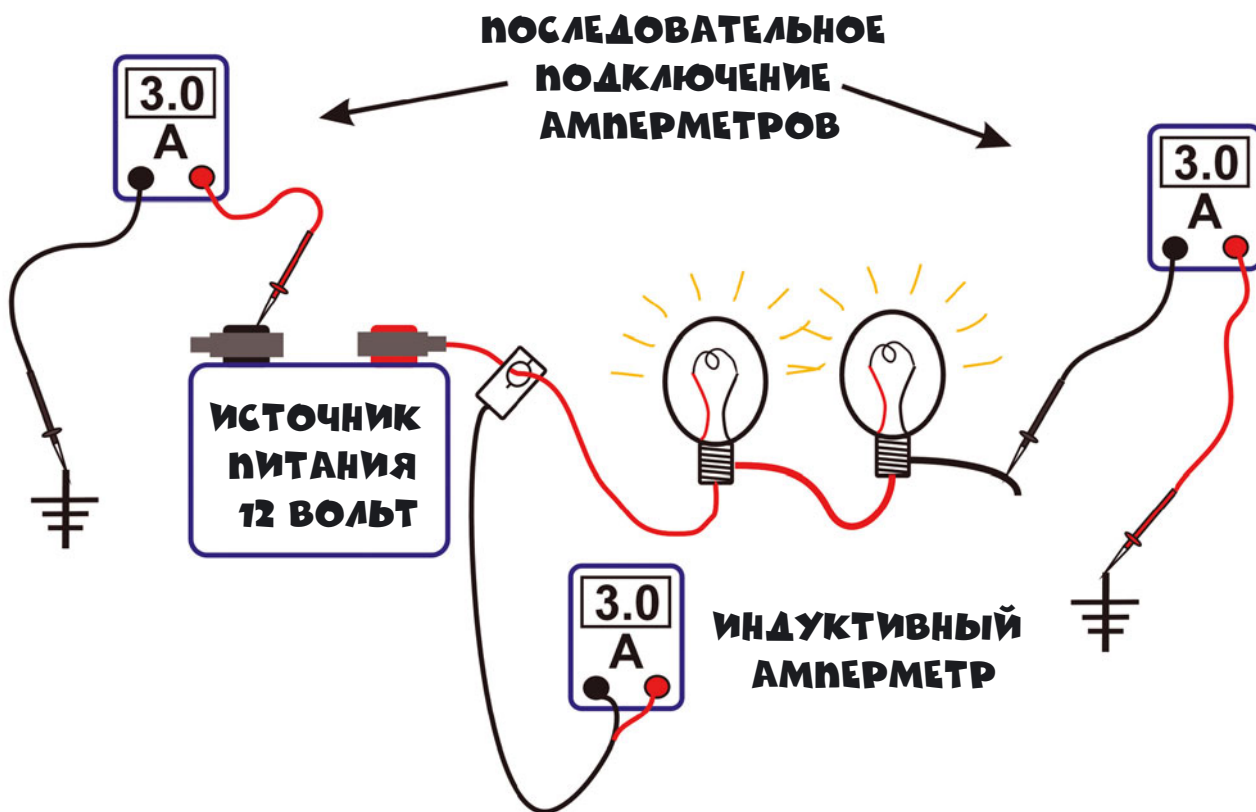


Рис. 1-9. Сила тока будет одинаковой на обоих концах источника и стороне заземления. Все три амперметра показывают одинаковую силу тока

Для примера рассмотрим представленный рисунок, на котором три лампочки соединены в последовательную цепь.

Первая лампа получает питание от 12-вольтового аккумулятора, выступающего в роли инициирующего источника питания. Ее «масса» становится источником питания для второй лампочки. 1-я лампочка использует 4 вольта от 12-вольтового источника, оставшиеся 8 вольт передаются следующей нагрузке. Аналогично 2-я лампа использует 4 вольта из доступных с «массы» 1-й (если всем лампам требуется одинаковое напряжение). Оставшиеся 4 вольта передаются на «массу» 2-й лампы, 3-я лампа потребляет последние 4 вольта, и на ее «массе» остается ноль.

Приведенный рисунок иллюстрирует разделение напряжения вдоль последовательной цепи. Этот пример одновременно подтверждает первое правило последовательных цепей, заключающееся в том, напомним, что суммарная нагрузка использует все доступное напряжение. Все лампы представляют собой эквивалент комбинированной нагрузки и возвраща-

ют на «массу» напряжение, близкое к нулю. Кстати, приведенный рисунок знакомит читателя с символом «массы» — три горизонтальные линии на конце провода. Этот символ указывает, что провод возвращается к отрицательному полюсу аккумулятора и (или) подключен к элементу конструкции автомобиля, который является «массой» (например, к кузову или раме).

И наконец, третье правило для последовательных цепей: во всех точках цепи, в том числе и на заземлении, сила тока одинакова.

На представленном рисунке показаны значения силы тока, измеренные тремя амперметрами при последовательном соединении. Как видите, сила тока остается постоянной и на участке питания, и на «массе». Третье правило хорошо иллюстрирует простой вывод (но ненужный в результате), что неисправный провод или слабый контакт, создающий дополнительное сопротивление, влияет на силу тока вне зависимости от того, на какой стороне цепи («положительной» или «отрицательной») он находится.

Параллельные цепи

Абсолютное большинство автомобильных электрических цепей являются параллельными. К счастью, правила для параллельных цепей в основном такие же, как для цепей последовательных, но с некоторыми заметными исключениями.

Первое исключение: напряжение будет одинаково на всех положительных участках цепи и не будет распределяться между нагрузками, как это происходит при последовательном соединении. Происходит это потому, что каждая нагрузка имеет как собственный провод, подключенный к источнику питания, так и собственную «массу». Как следствие, вольтметр на каждой нагрузке покажет 0 вольт на «массе», поскольку каждая нагрузка, включенная в цепь, потребляет все напряжение, получаемое от источника.

В этой схеме «массовый» участок цепи каждой лампы работает так же, как и «массовый» участок в конце последовательной цепи. Таким образом, здесь было

бы полезным рассматривать каждую нагрузку самостоятельно, то есть как отдельную цепь с собственным источником питания и «массой». Следовательно, чем большее число потребителей добавляется в цепь, тем сильнее становится сила тока, так как общее сопротивление цепи уменьшается, как показано на следующем рисунке.

Отсюда формулируется второе исключение: каждая дополнительная нагрузка, добавленная в параллельную цепь, понижает ее общее сопротивление и увеличивает силу тока.

Представленный рисунок демонстрирует, как привнесение в параллельную цепь дополнительного устройства вызывает уменьшение общего сопротивления и увеличение силы тока (эффект схематически изображен качелями в левом верхнем углу рисунка) — в отличие от последовательного соединения, при котором внесение дополнительной нагрузки в цепь, напротив, сопротивление увеличивает.

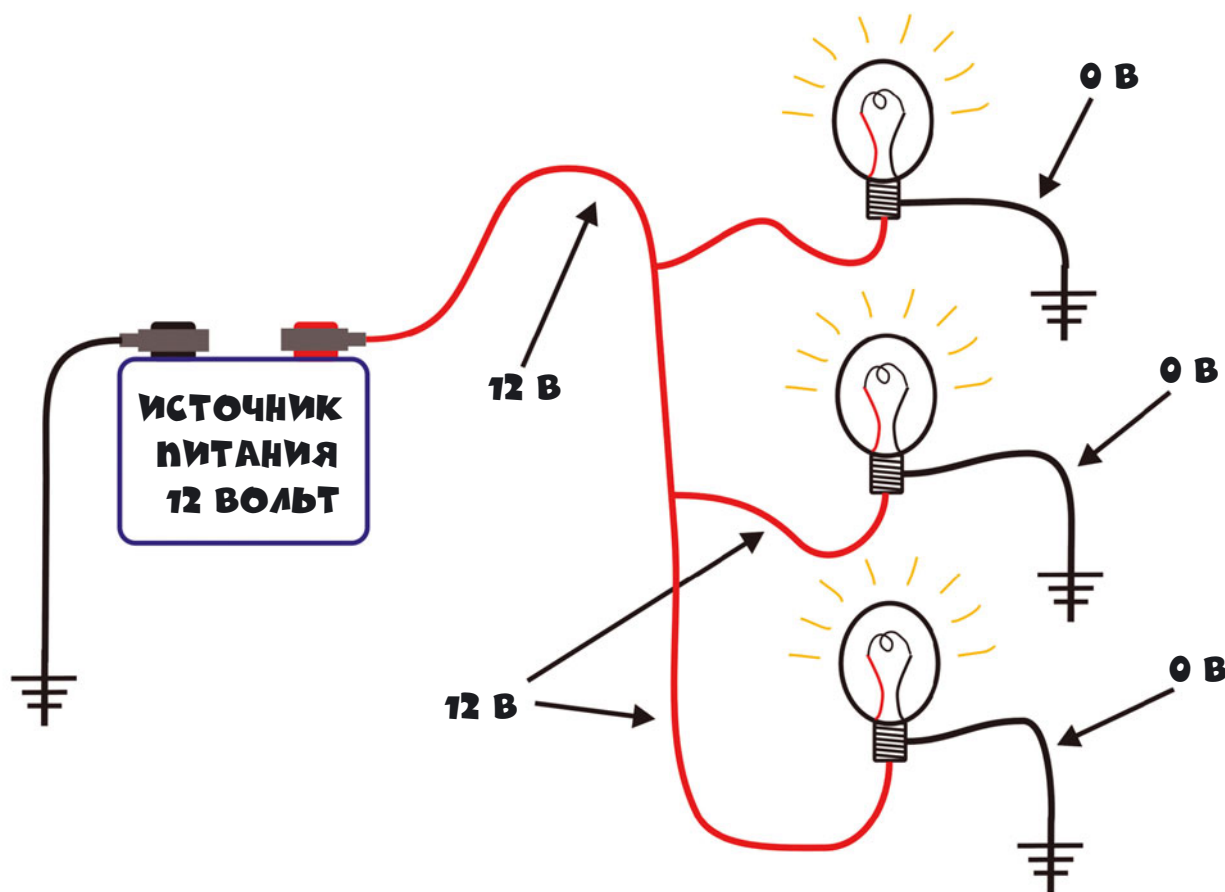


Рис. 1-10. В отличие от последовательных схем подключения, где лампочки (нагрузочные устройства) делят напряжение между собой, лампы в параллельной схеме светят более ярко, поскольку каждая потребляет 12 вольт и использует все напряжение источника питания

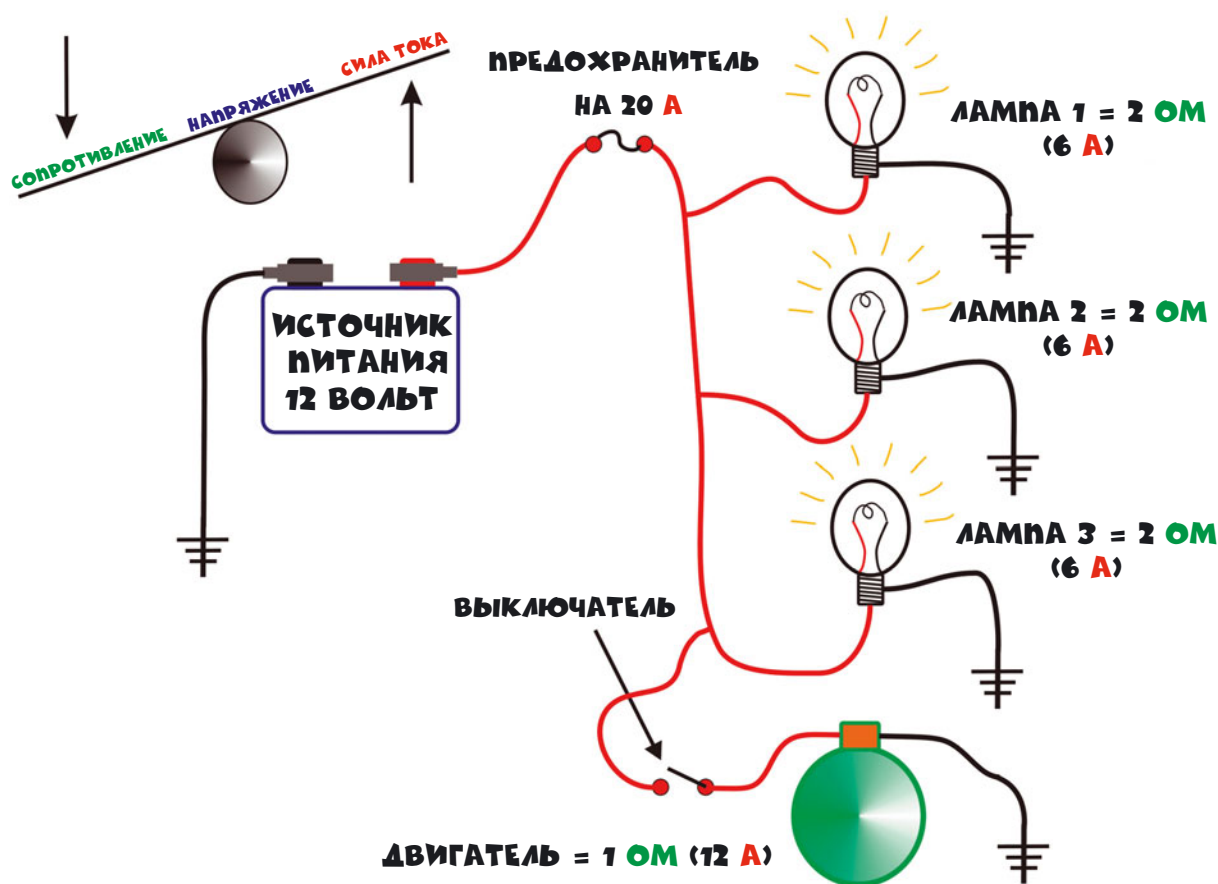


Рис. 1-11. При параллельном подключении каждое дополнительное нагрузочное устройство понижает общее сопротивление, таким образом обратно пропорционально повышая полную силу тока в схеме. В данной схеме понадобится более мощный предохранитель и провода, дабы они не расплавились или предохранитель на 20 ампер не вышел из строя.

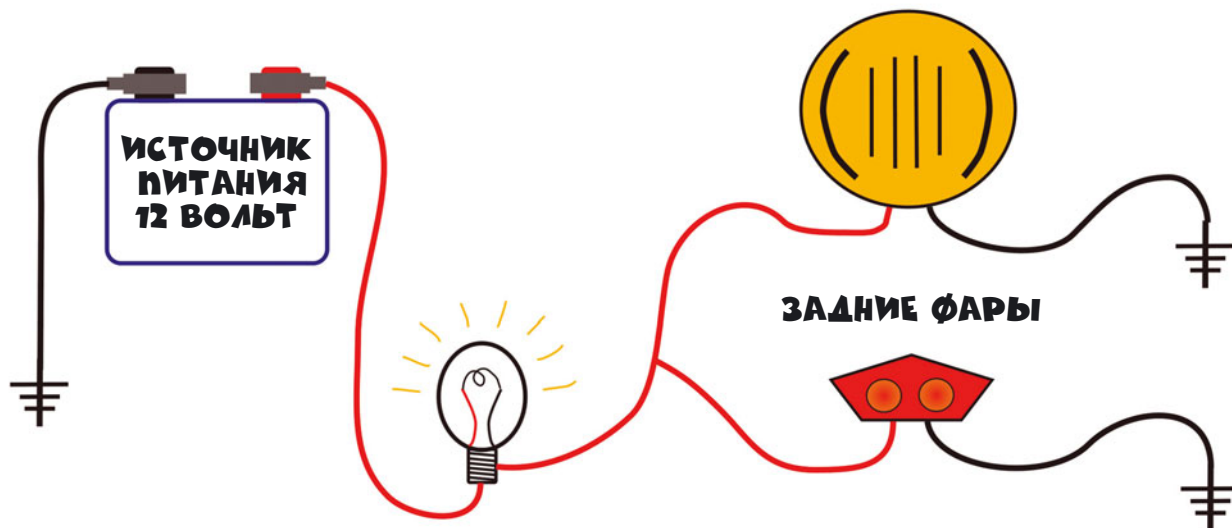
Для лучшего восприятия этой концепции рассмотрим следующую аналогию. Представьте, что в комнате находятся 20 человек и есть только одна дверь, через которую все хотят одновременно выйти. Люди, выступающие в роли силы тока, стремятся выбраться, мешая друг другу, создают сопротивление. Поскольку дверь только одна, их движение замедляется. Теперь предположим, что в этой комнате появилось 20 дверей, и все способны выйти из комнаты быстро, поскольку у каждого желающего есть свой выход, следовательно, сопротивление стало меньше. Эти самые новые двери и представляют собой дополнительные нагрузки для параллельной цепи, через которые электроны могут «выйти на массу». Как уже говорилось, уменьшение сопротивления ведет к увеличению силы тока, что и происходит при добавлении в параллельную цепь дополнительных устройств.

И, наконец, третье исключение. Параллельная цепь потребляет всю энергию источника питания (аккумулятора), необходимую для работы каждого устройства.

В нашем конкретном случае цепь подключена через 20-амперный предохранитель. Поскольку каждая из 12-вольтовых ламп в три отдельных цепи использует по 6 ампер, общий суммарный ток для всей цепи составит $3 \times 6 = 18$ ампер, а значит, предохранитель не перегорит.

Однако в конце мы добавили в цепь дополнительный двигатель (см. рис. 1-11), которому необходимо для работы 12 ампер. Пока выключатель разомкнут, цепь берет на себя 18 ампер для работы ламп, и предохранитель является надежной защитой. Но если контакты выключателя замыкаются (двигатель подключается к параллельной цепи), ток возрастает до $18 \text{ (лампы)} + 12 \text{ (двигатель)} = 30$ ампер, что превышает номинальный ток 20-амперного предохранителя, который перегревается и перегорает, прекращая тем самым подачу питания на всю цепь и защищая ее от перегрузки. Таким образом, для того чтобы схема

ПЕРЕДНИЕ ФАРЫ



**ДОБАВЛЕННАЯ ЛАМПА
ИЗОБРАЖАЕТ
ПЛОХОЙ КОНТАКТ**

Рис. 1-12. Присутствие неудачных или изношенных соединителей (представленных маленькой лампочкой) превратило эту параллельную схему в последовательно-параллельную. Плохое последовательное соединение с передней и задней фарами и разделение напряжения между данными узлами привели к тому, что данные устройства испытывают нехватку напряжения или силы тока и не работают должным образом

работала, 20-амперный предохранитель должен быть заменен другим, с показателем номинального тока выше 30 ампер.

Последовательно-параллельные цепи

Последовательно-параллельные цепи редко используются в автомобилях, но они могут образоваться в случае плохого контакта в параллельной цепи. Не забывайте, что электрическое сопротивление в любой его форме следует воспринимать как нагрузку. Ослабленные или поврежденные коррозией контакты обладают собственным сопротивлением и могут образовывать как последовательные, так и последовательно-параллельные цепи. Возникновение дополнительных нагрузок нежелательно, так как вызывает отклонение значений силы тока и напряжения от номинальных, что нарушает стабильность работы устройств в неисправной цепи.

На рисунке представлена параллельная цепь подключения фар и задних огней. Добавление лампы между источником питания и нагрузкой искусственно изображает плохой контакт, приводящий

к образованию последовательно-параллельного соединения с другими устройствами. Таким образом, в цепь вносится дополнительное сопротивление, которое понижает доступное напряжение и силу тока. Так как лампа забирает на себя некоторую часть напряжения, то в проводах, соединенных с полезной нагрузкой, оно уже становится меньше 12 вольт, требуемых для нормального функционирования приборов освещения. Следовательно, их яркость уменьшится.

Понятно, что эту проблему нельзя решить заменой ламп или аккумулятора, однако вы удивитесь, узнав, как часто пытаются сделать именно это. Единственным способом восстановления правильной работы схемы является поиск и устранение плохого контакта. В нашем искусственном случае нужно лишь убрать лампу из схемы, и фары снова станут светить ярко. Хитрость заключается в умении найти плохое соединение без расплетания электрических жгутов или их последовательной замены. О том, как провести подобное тестирование, подробно рассказывает в главе 2.

ГЛАВА 2

ПРОВЕРКА ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

КАК ПРОВОДИТСЯ ПРОВЕРКА

Рассмотрим следующую ситуацию: владелец (назовем его Боб) пытается завести свой шестилетний автомобиль холодным утром. Стартер медленно проворачивает двигатель несколько раз, после чего начинает щелкать. После этого вызывается эвакуатор, и Боб везет машину в местную мастерскую, где механик утверждает, что может устранить проблему путем за-

мены аккумуляторной батареи. Итак, он это делает, и двигатель сразу запускается. Проблема решена? Может быть. Каждое утро автомобиль заводится и нормально работает. Боб счастлив, ведь неисправность устранена. Однако несколько недель спустя происходит то же самое: двигатель проворачивается очень медленно. Злой Боб опять везет машину к механику, требует объяснения и получает ответ, что, скорее всего, неисправен стартер. Нехотя он меняет стартер,



Вычисление потери напряжения — единственный надежный способ определить, позволяет ли провод передать достаточную силу тока для того, чтобы цепь работала. На этом рисунке соленоид стартера тестируется на нежелательное высокое сопротивление, используя метод вычисления падения напряжения



Даже хороший омметр, такой как Fluke 175, может лишь определить, что аккумуляторный кабель, по существу, не поврежден. В то время как целостность может быть проверена с помощью омметра, у аккумуляторного кабеля все равно может быть нежелательное высокое сопротивление, которое может быть измерено только методом вычисления падения напряжения

заодно теряя доверие к механику. Итак, автомобиль снова нормально работает несколько дней, после чего Боб слышит хорошо знакомые щелчки. Проблема так и осталась нерешенной, хотя потрачены 100 долларов на аккумулятор, 150 на стартер и 175 механику за работу (не говоря уже о потраченном впустую времени и нервах).

Как выяснилось, причиной медленно проворачиваемого стартера является ослабленный болт, который крепит «массовый» провод к блоку двигателя. Плохие электрические соединения являются наиболее частой причиной многих электрических проблем. Это очевидно, но в действительности немногие механики рассматривают электрические соединения как первопричину проблем с электропитанием автомобиля. На самом деле этот сценарий применим практически к любым электрическим автокомпонентам: генераторам, электродвигателям вентиляторов, фарам, стеклоочистителям и др. Механики-любители, да и многие профессиональные техники, испытывают подобные трудности при диагностировании такого рода проблем.

К счастью, есть более простой способ проверки переключателей или проводки на наличие плохого контакта как наиболее вероятной причины непола-

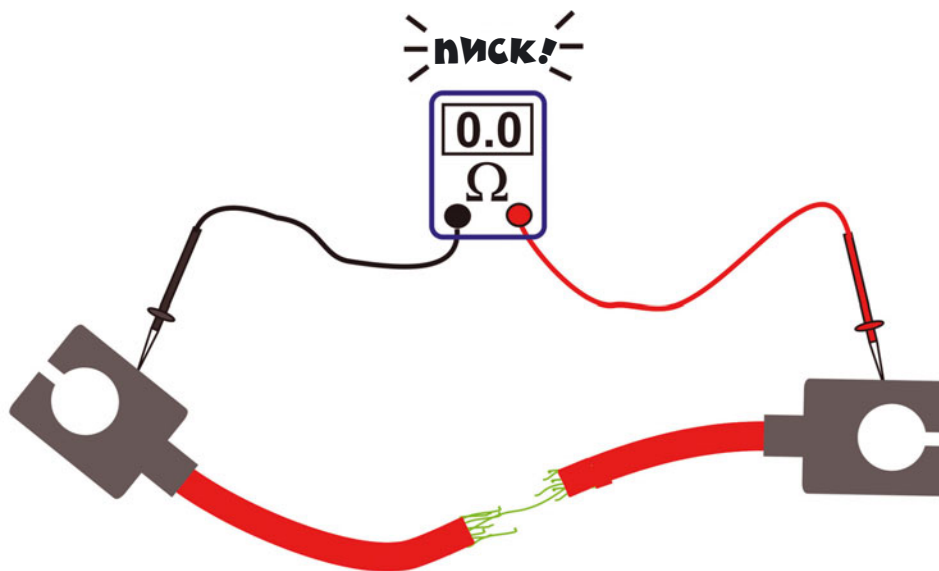
док в электрической цепи — проверка падения напряжения. Он заключается в измерении сопротивления внутри цепи с использованием вольтметра (не омметра!) и является простейшим способом протестировать провода, соединения и контакты, кабели и клеммы аккумуляторной батареи, реле и переключатели как причину проблемы в электрической цепи. Главное преимущество этого метода состоит в том, что для его проведения ничего не требуется демонтировать: ни отсоединять жгуты проводов, ни снимать стартер, генератор или какие-либо другие компоненты.

Не стоит делать вывод, что с проводом или контактом все в порядке, только потому, что они хорошо выглядят внешне. Единственный способ определить наличие паразитных сопротивлений, замедляющих поток электронов через проводник или соединение, — измерить падение напряжения в работающей цепи.

НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОММЕТР

Не только механики-любители, но и некоторые профессионалы настаивают на том, что найти проблемный провод, переключатель или контакт можно с помощью омметра. Отчасти это верно, но все же использование омметра не самый лучший (даже вряд ли

Рис. 2-1. Высокое сопротивление указывает на низкую силу тока в этом аккумуляторном кабеле. Омметр указывает на целостность кабеля, но двигатель все равно не запустится из-за высокого сопротивления



хороший) способ диагностики ослабленных соединений и выявления проблем с сопротивлением. Проверка проводника с помощью омметра помогает выявить только один ограниченный факт — наличие контакта между двумя точками измерения. Тем не менее это свойство соединения и/или провода также определяет работоспособность цепи.

При такой проверке встроенная батарея омметра посылает в проводник ток в несколько миллиампер, и счетчик прибора выдает показания в омах. Провода батареи и генератора переменного тока пропускают через себя сотни ампер. Даже для работы вентилятора обогревателя или мотора стеклоочистителя может потребоваться от 15 до 30 ампер. Ток в несколько тысячных долей ампера не может симитировать реальные условия эксплуатации провода или соединения, подвергающегося испытаниям высокими значениями тока нагрузки.

Посмотрите на рис. 2-1. Омметр регистрирует контакт между двумя точками кабеля, но провести через себя ток, необходимый для запуска двигателя, такой проводник явно не сможет, а его повышенное сопротивление прибор просто не заметил.

Еще одна проблема применения омметра заключается в присущей ему неспособности измерять низкое сопротивление. Его использование ни к чему не приведет, поскольку сопротивление высокоточных кабелей (например, стартерных) может быть ниже 0,05 ом, а точное измерение сопротивлений ниже 0,1 ом возможно лишь приборами лабораторного класса, стоимость которых составляет не одну тысячу долларов. Если же учитывать, что на измерения сопротивлений столь малых значений влияют температура и влажность, то автомобиль-

ный омметр просто не обладает необходимой чувствительностью.

Единственным надежным способом обнаружения низкой проводимости проводника, разъема или соединения является использование вольтметра, позволяющего оценить падение напряжения на тестируемом участке цепи. Даже недорогие цифровые вольтметры могут с высокой точностью измерять очень низкие напряжения порядка 1 милливольт. При проведении указанной проверки измеряется напряжение в двух точках рабочей цепи и оценивается полученная разница. Чем больше паразитных сопротивлений на участке, тем больше падение напряжения.

КАК ВОЛЬТМЕТР ИЗМЕРЯЕТ НАПРЯЖЕНИЕ

Ввиду того, что при измерении падения напряжения используется вольтметр, понимание принципа работы этого прибора поможет лучше объяснить и результаты самого теста. Предположим, что вольтметр показывает значение 12 вольт при его подключении к аккумулятору. Очевидно (и это следует понимать), что прибор отражает разницу электрического «давления» между положительной и отрицательной клеммами. Общий потенциал положительных пластин аккумулятора — 12 вольт, отрицательных — 0 вольт. Встроенная в цифровой аккумулятор микросхема вычитает одно значение из другого и отображает разность на индикаторе. Аналоговые (стрелочные) вольтметры используют принцип поворота встроенной рамки в магнитном поле. Когда по рамке течет ток, она поворачивается на определенный угол, а закрепленная на ней стрелка указывает на шкале цифровое значение разности потенциалов.

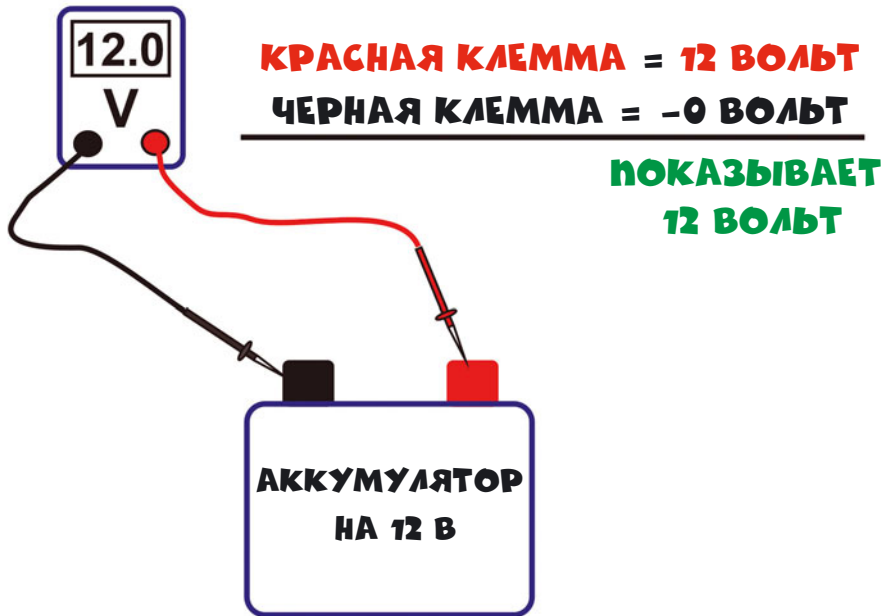


Рис. 2-2. Вольтметр измеряет разницу потенциалов между клеммами. Значение с отрицательной клеммы (0 вольт) вычитаем из значения с положительной (12 вольт), в результате получим общее напряжение батареи — 12 вольт

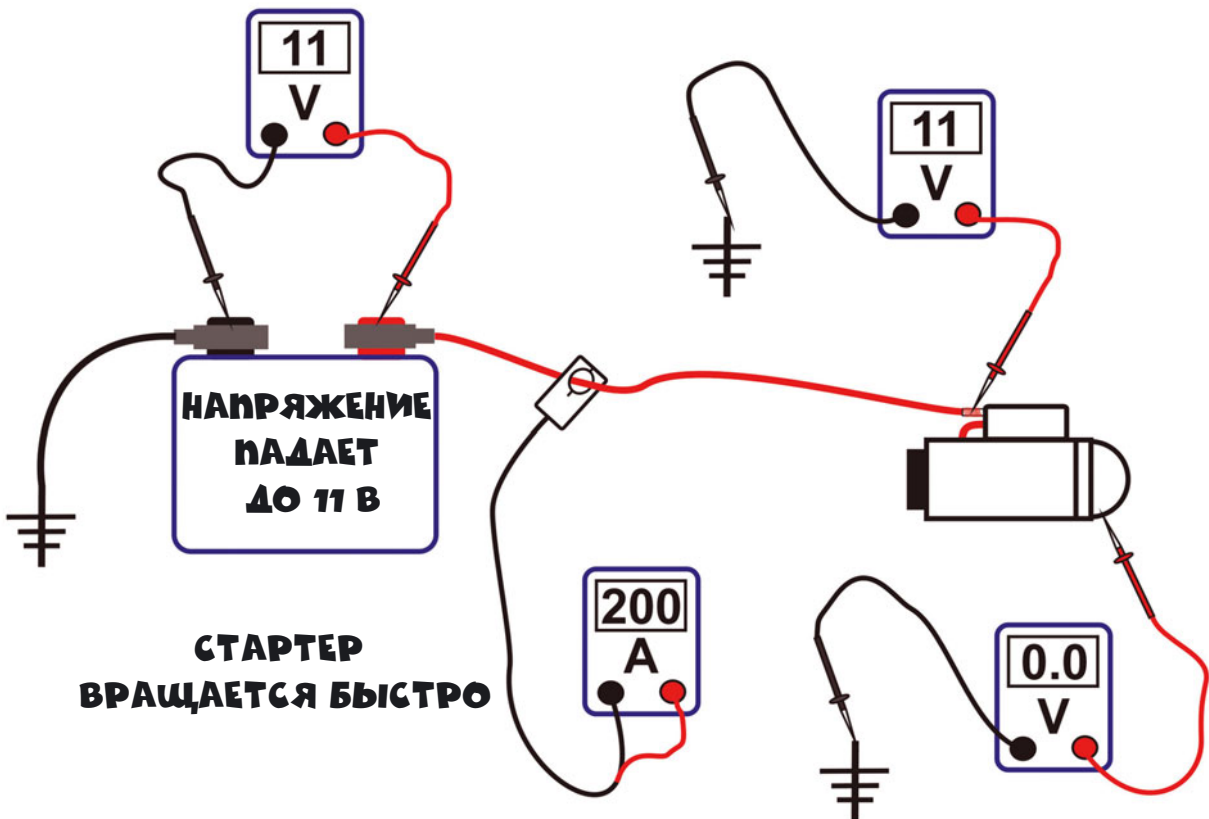


Рис. 2-3. Это цепь зажигания с низким сопротивлением; амперметр указывает на достаточную силу тока (200 А), идущую от аккумулятора, для запуска двигателя. Вольтметры указывают на отсутствие потерь напряжения на концах цепи

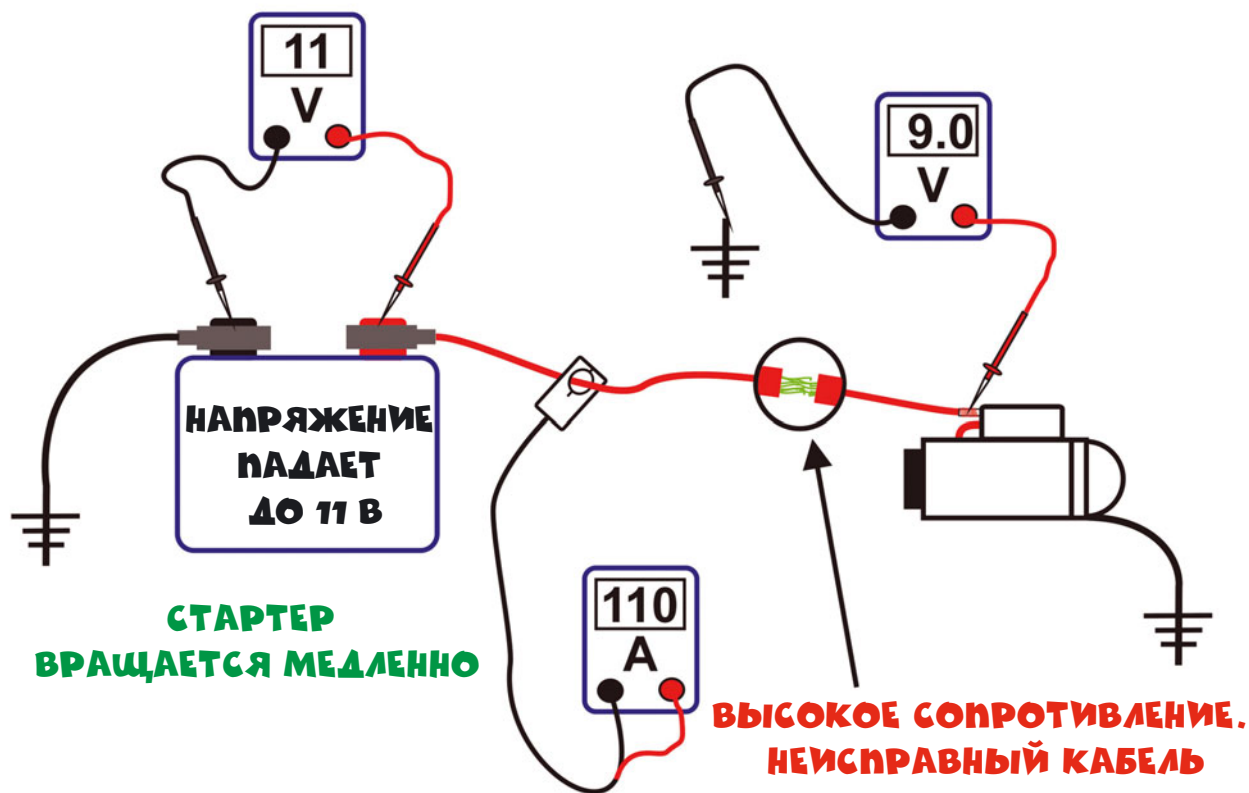


Рис. 2-4. Поврежденный аккумуляторный кабель может препятствовать тому, что стартер получит достаточную силу тока. В результате этого двигатель проворачивается слишком медленно, чтобы запуститься, поскольку положительный кабель теряет 2 вольт между батареями и мотором стартера

ДИНАМИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ЦЕПЕЙ

Динамическая проверка проводится на цепи, заведомо находящейся в рабочем состоянии. При этом виде тестирования приводятся в напряженное состояние все компоненты, включенные в цепь, а результаты тестирования более показательны для реальных условий эксплуатации в сравнении с другими способами проверки. Ток, протекающий через цепь, позволяет измерить падение напряжения. Рис. 2-4 наглядно показывает, как меняется напряжение в разных точках цепи работающего стартера.

Поскольку ток течет на стартер, а двигатель проворачивается, амперметр регистрирует 200 ампер, при этом напряжение аккумулятора обычно падает приблизительно до 11 вольт из-за нагрузки силы тока от стартера. Напряжение, измеренное на стартере, также 11 вольт. Это демонстрирует, что у «положительного» кабеля аккумулятора низкое сопротивление, а напряжение между положительной клеммой источника питания и стартером нигде не «теряется». Вольтметр,

замкнутый с корпуса стартера на «массу», показывает 0 вольт, а значит, вся обратная цепь также обладает низким сопротивлением. Другими словами, этот «0» означает, что нагрузка (в данном случае — стартер) использует все доступное напряжение.

Теперь рассмотрим, что происходит в том случае, если в цепи стартера появилось высокое сопротивление (неисправный кабель), как показано на рисунке.

Стартер проворачивает двигатель слишком медленно и не может его завести. Положительный полюс аккумулятора выдает прежние 11 вольт, однако до стартера доходит только 9. Ему не хватает «электрического давления» для того, чтобы коленчатый вал провернулся достаточно быстро и двигатель запустился (ведь электрический двигатель стартера работает на 11 вольтах, а не на 9). Ясно, что высокое сопротивление в «положительном» кабеле аккумулятора приводит к потере 2 вольт между источником питания и стартером. Это сопротивление уменьшает силу тока, и только 110 ампер (как показывает амперметр)

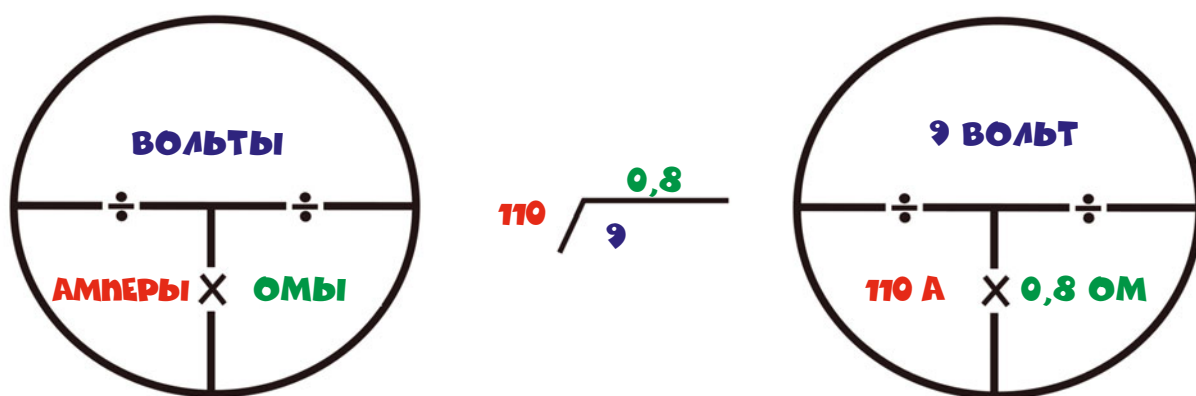


Рис. 2-5. С 9 вольтами и 110 амперами в этой цепи зажигания сопротивление равняется 0,08 ом, что является слишком низким показателем, поэтому необходимо проверить точность измерений еще раз

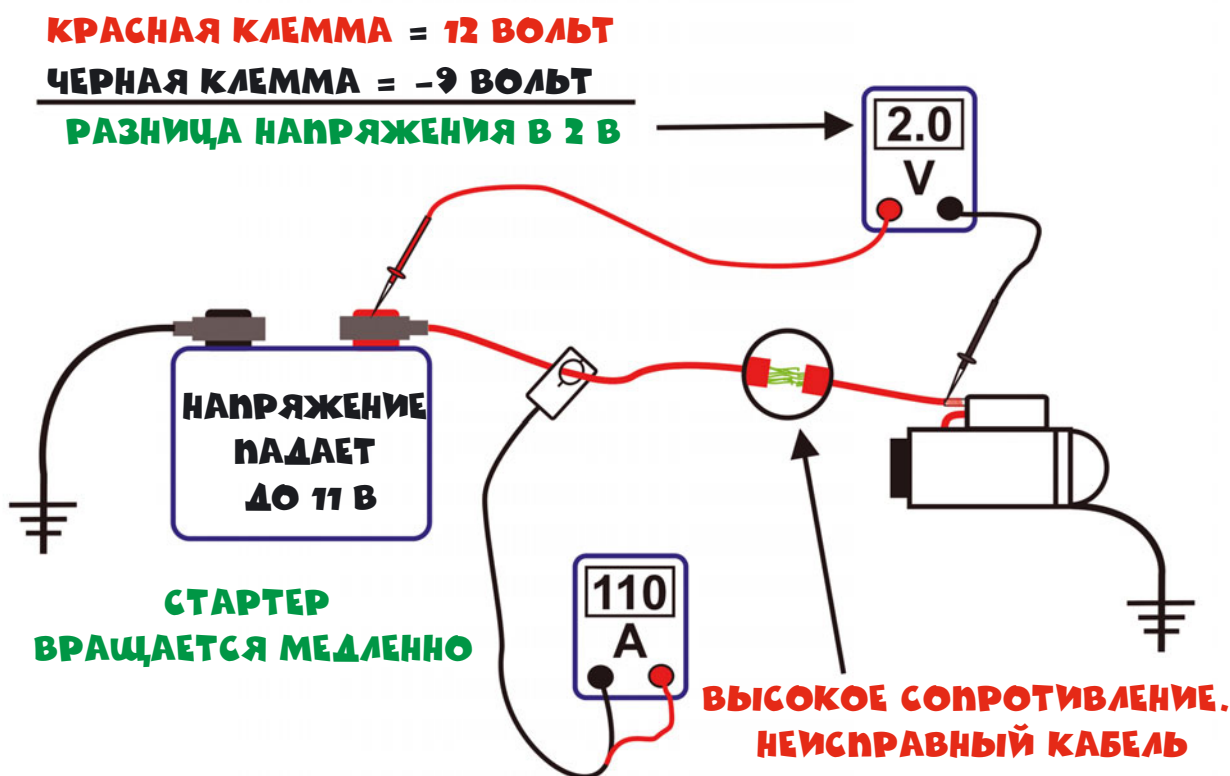


Рис. 2-6. Используя метод измерения падения напряжения, соедините положительную клемму с источником самого высокого напряжения — «плюсом» батареи. А «минус» с точкой, где напряжение пытается добраться до — в данном случае — вывода стартера

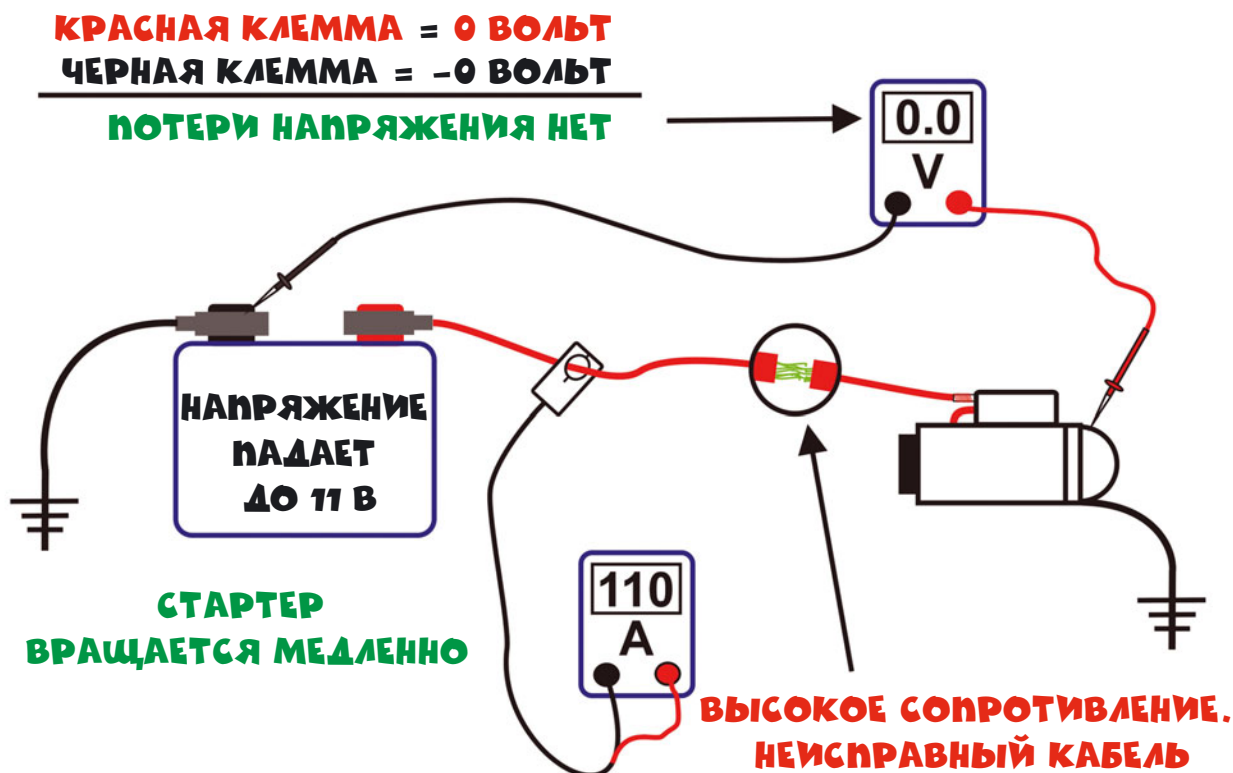


Рис. 2-7. Стартер должен использовать в работе все доступное напряжение. Его металлический корпус является частью заземления, идущего к «минусу» батареи. Падение напряжения между корпусом и отрицательным выводом батареи должно равняться 0, таким образом, напряжение не должно теряться

вместо 200 ампер (как этого требует стартер) проходит через замкнутый контур.

Как уже упоминалось выше, использование омметра не даст возможности обнаружить подобную неисправность. В самом деле, взгляните на рис. 2-5.

Для поиска фактического сопротивления кабеля следует измерить напряжение и силу тока. Математика проста: 9 вольт нужно разделить на 110 ампер, что даст в результате 0,08 ом, — а для простого автомобильного омметра регистрация такого значения недоступна.

ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Падение напряжения на положительном участке цепи

В примерах испытаний, представленных ранее, было необходимо использовать несколько вольтметров для определения падения напряжения в цепи стартера. В действительности для выполнения этого теста достаточно и одного. На рис. 2-6 показано, как выполняется этот тест (вольтметр подключен к положительному участку цепи стартера).

Красный провод вольтметра подключен к источнику питания как точке с наивысшим напряжением (в данном случае — к положительной клемме аккумулятора), а черный — к точке входа на нагрузку (в данном случае — к положительной клемме стартера).

Индикатор прибора показывает разницу напряжения в точках подключения в 2 вольта. Вы не забыли, что прибор считывает разницу значений между потенциалами на красном (положительном) и черном (отрицательном) проводах? Если вдруг по ошибке вы подключили цифровой вольтметр наоборот — не беда, на индикаторе появится отрицательное значение, знак «-» которого нужно просто проигнорировать. Но если вы используете аналоговый вольтметр, его стрелка в этом случае отклонится мимо нуля влево, и считывание показания окажется невозможным.

Отсюда следует простое правило: красный провод нужно подключать к точке, где напряжение более высокое, то есть к источнику питания нагрузки (обычно это положительная клемма аккумулятора), а черный — к точке с наименьшим напряжением, на вход нагрузки.

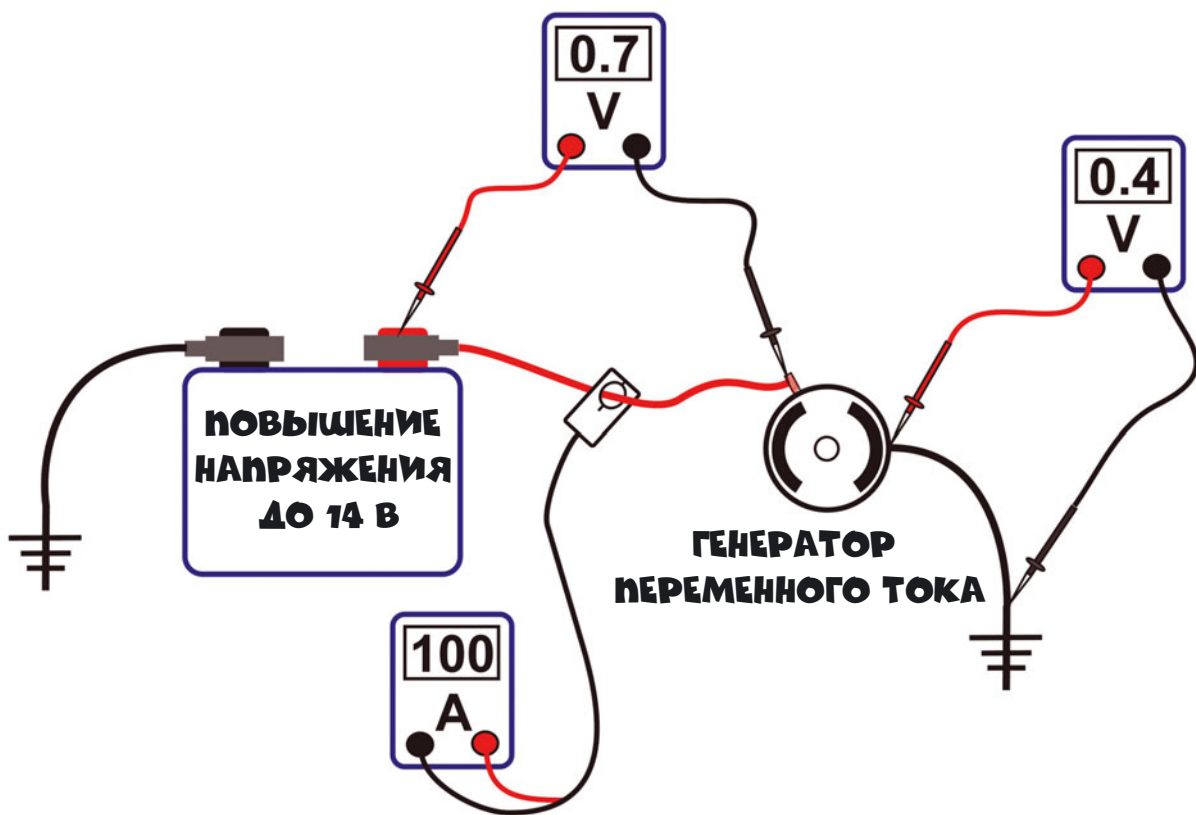


Рис. 2-8. Из-за того что генератор переменного тока выдает высокую силу тока, падение напряжения в схемах с его использованием больше, чем на более старых моделях (которые производят приблизительно 60 ампер). Падение напряжения на заземлении в 0,4 вольта приемлемо для данной цепи

Падение напряжения на «массе»

Важно понимать, что проверка падения напряжения лишь на положительном участке цепи — только половина дела. Такое же тестирование на «массе» является совершенно равнозначной задачей, и проверка сопротивления «нулевого» провода не менее важна, чем проверка сопротивления положительного провода питания. Вы еще помните правила для цепей постоянного тока? Напомню, что одно из них гласит: нагрузка использует все доступное ей напряжение. Несмотря на то что в нашем примере мы проверяем цепь стартера, это утверждение справедливо для любого контура. Если «массовый» провод обладает низким сопротивлением, то на «обратном» пути, физически состоящем из металлического корпуса стартера, минусового провода аккумулятора и минусовой клеммы, не должно быть никакого падения напряжения. Между металлическим корпусом стартера и отрицательным выводом батареи должна быть разница в 0 вольт, тем самым указывая низкое сопротивление тока.

Заметим, что неисправность «плюсового» провода не будет иметь никакого влияния на испытание падения напряжения на отрицательном участке. Это показано на рисунке 2-7.

Для того чтобы измерить падение напряжения на нулевом участке, следует присоединить красный провод вольтметра к точке с наибольшим значением напряжения — в данном случае к металлическому корпусу стартера (при проверках других потребителей это может быть «массовый» провод конкретного устройства). Черный провод должен быть подключен к минусовой клемме аккумулятора, поскольку она обладает наименьшим напряжением. Как только стартер начнет проворачиваться, вольтметр отобразит разность потенциалов, которая в нашем случае должна быть равна нулю. Иными словами, этот «0» укажет на низкое сопротивление минусового провода и отсутствие на нем падения напряжения. В реальности вольтметр, конечно, покажет некоторое значение, потому что любой провод или разъем обладает собственным сопротивлением даже в исправной цепи, но оно должно быть невелико.

Красная клемма соединена с большим проводом на задней части генератора. Черная клемма соединена с «плюсом» батареи. Со всеми включенными электрическими устройствами и крутящим моментом двигателя 2000 об/мин, падение напряжения на «плюсе» схемы генератора будет выведено на экран вольтметра



МНОГО — ЭТО СКОЛЬКО?

Существует две причины, вследствие которых изменяются значения падения напряжения. Первая заключается в том, что сила тока и напряжение находятся в прямой пропорциональной зависимости (чем больше сила тока, тем больше падение напряжения). Например, на генераторе переменного тока, выдающем 40 ампер, падение напряжения составит 0,2 вольта (само собой, если он исправен и не обладает излишним сопротивлением). Современные генераторы могут вырабатывать более 100 ампер. Соответственно, и падение напряжения на них составляет 0,7 вольт и выше. Второй причиной падения напряжения является длина и (или) сечение самого провода. Например, провод питания стоп-сигналов 30-футового прицепа обладает большим падением напряжения, чем тот же провод самого автомобиля. Большая длина провода, подключенного от автомобиля к прицепу, увеличивает его сопротивление, тем самым снижая напряжение на тормозных огнях прицепа.

В общем, значение падения напряжения на «нулевом» участке цепи почти всегда меньше, чем на положительном. Это обусловлено тем, что заземление, как

правило, конструктивно представляет собой крупный металлический предмет — раму, кузов, корпус двигателя и т. п. С электрической точки зрения такие компоненты можно рассматривать как очень крупные проводники, обладающие низким сопротивлением, и, следовательно, падение напряжения на них невелико. Напротив, положительные участки цепи состоят из проводов и кабелей некоторой длины и сечения, а значит, сопротивление этой части цепи выше, и падение напряжения будет иметь более высокое значение.

Ниже представлены ориентировочные значения падений напряжения для некоторых автомобильных цепей.

Цепь стартера (максимальные значения):

- | | |
|--|-------|
| • «+» для небольшого стартера (4-цилиндровый двигатель) | 0,3 V |
| • «+» для крупного стартера (8-цилиндровый V-образный двигатель) | 0,5 V |
| • «-» («масса») | 0,4 V |
| • Соленоид (втягивающее реле) | 0,2 V |
| • Клеммы аккумулятора | 0,2 V |



Даже если кабель аккумулятора выглядит целым, он все равно может иметь высокое сопротивление. Тест на падение напряжения в момент запуска двигателя покажет плохое соединение без отсоединения кабеля

Цепь зарядки аккумулятора (максимальные значения):

- «+» для генератора на 40 ампер 0,3 V
- «+» для генератора на 100 ампер 0,7 V
- «-» («масса») 0,4 V

Цепи освещения (фары, стоп-сигналы, задние фонари — максимальные значения):

- «+» 0,2 V
- «-» («масса») 0,2 V

Компьютерные цепи (модуль зажигания, датчики инжектора — максимальные значения):

- «+» (слаботочные цепи) 0,1 V
- «-» (очень высокая чувствительность к падению напряжения) 0,06 V

ОБНАРУЖЕНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ МЕСТ

Рисунок 2-9 демонстрирует проверку падения напряжения для определения местонахождения неисправного выключателя.

Для обнаружения точки с высоким сопротивлением в этой цепи вольтметр подключается к положительной клемме аккумулятора и лампочке. Падение напряжения (из-за сопротивления течению тока) в 0,5 вольта оказывается слишком большим, и лампочка светится тускло. «Виновником» этой неисправности могут быть как разъем, так и выключатель, поэтому тестирование падения напряжения проводится в обоих местах. Минимальное падение на разъеме (0,1 вольта) указывает на отсутствие «лишнего» сопротивления, следовательно, с ним все в порядке, а вот значение 0,4 вольта на коммутаторе слишком высоко, и именно из-за него лампочка горит тускло. Простая чистка контактов снизит сопротивление, напряжение увеличится, и лампочка снова загорится ярко. Такой способ перемещения вольтметра вдоль всего контура для обнаружения участка с максимально высоким сопротивлением применим к любой цепи. Кроме того, это неплохой способ

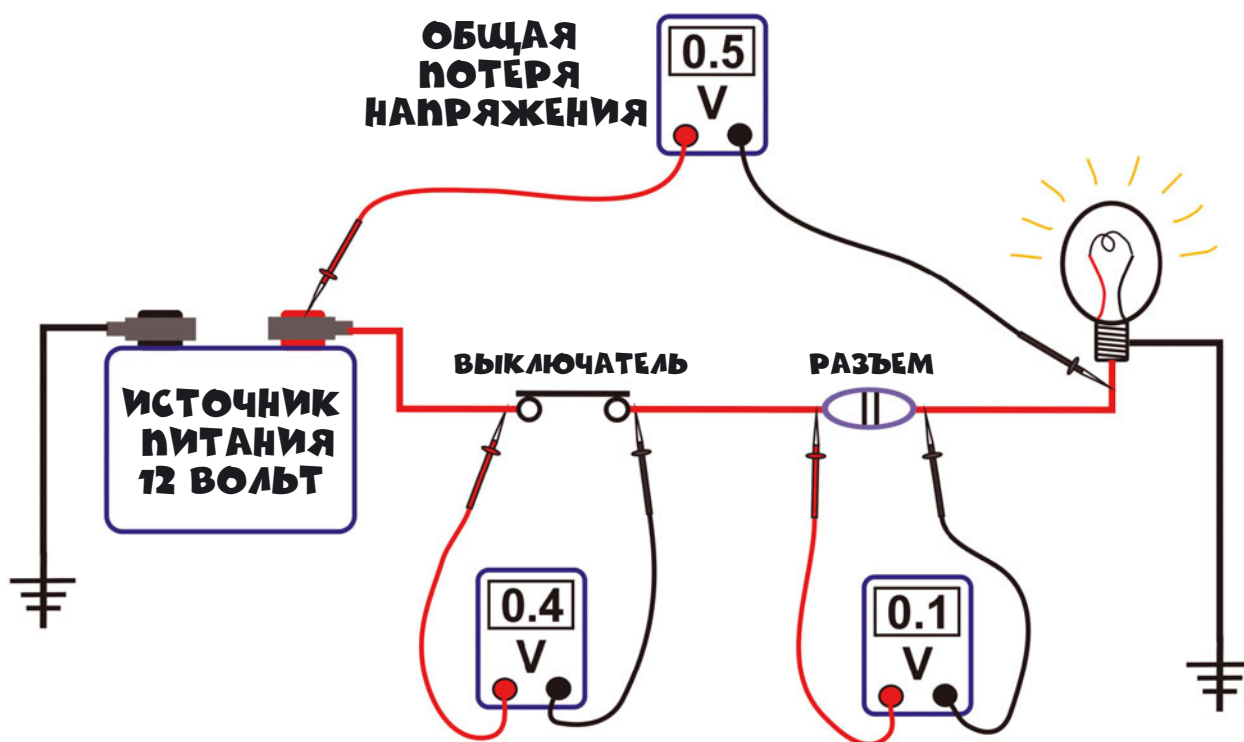


Рис. 2-9. Перемещая вольтметр вдоль всей схемы, мы можем обнаружить точку с высоким сопротивлением. В данном случае у переключателя падение напряжения 0,4 вольта, что неприемлемо. Пришло время его заменить!

экономить и время, и деньги. И положительные, и отрицательные участки цепи могут быть проверены по всей длине без отключения проводов и разъемов. Если, например, при торможении стоп-сигналы стали загораться более тусклым светом, достаточно двух-трех измерений для того, чтобы найти точку наивысшего сопротивления. Для измерения падения напряжения по всему нулевому участку подсоедините красный щуп вольтметра к массовому проводу стоп-сигнала, а черный — к отрицательной клемме аккумулятора (не забудьте нажать педаль тормоза, чтобы замкнуть цепь). Если падение напряжения будет близко к нулю, то высокое сопротивление, вероятно, найдется на положительном участке. Так как тормозной контур использует выключатель для управления питанием стоп-сигнала, именно он является наиболее вероятным местом, где можно найти высокое сопротивление. Нужно переставить красный щуп вольтметра на «+», а черный — на «-» выключателя под педалью тормоза. В результате падение напряжения покажет, подлежит ли этот выключатель замене. Если нет, то поиск придется продолжить дальше на участках цепи питания стоп-сигнала.

ТЕСТИРУЕМ, НЕ ЗАДУМЫВАЯСЬ

Итак, вот несколько простых моментов, которые следует учитывать при выполнении процедуры проверки падения напряжения:

1. Убедитесь, что в проверяемой цепи имеется питание: при отсутствии в ней тока отсутствует падение напряжения для измерения.
2. Проверьте как положительный, так и отрицательный контур. Если на одном из них падение напряжения слишком велико, начинайте изолировать точку высокого сопротивления путем последовательного проведения замеров вдоль всех контрольных точек.
3. Практикуйтесь на исправных цепях. Важно знать реальное падение напряжения цепи, когда она работает нормально. Таким образом, проблему всегда можно идентифицировать.
4. Замерить падение напряжения намного легче, чем снимать стартер, генератор или менять аккумулятор.

Не правда ли, проще провести проверку самостоятельно, прежде чем тратить время или деньги?

РАЗДЕЛ II ИНСТРУМЕНТЫ

ГЛАВА 3

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ

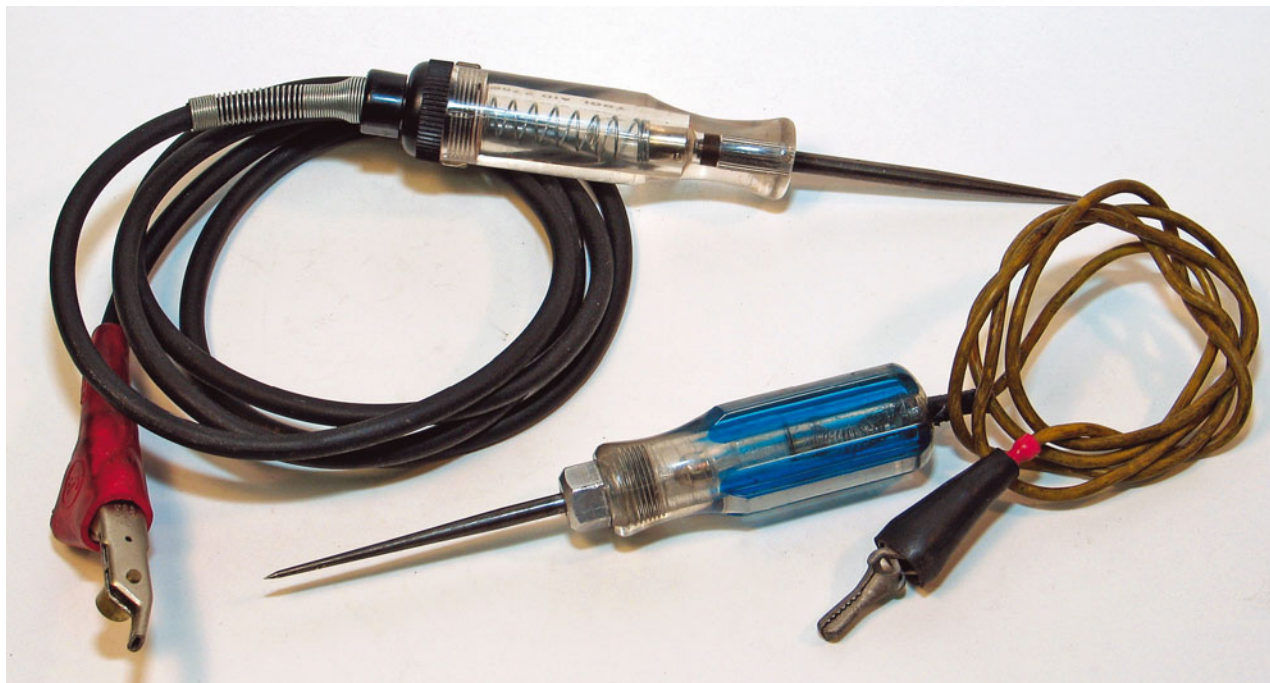
Конечно, штатный комплект инструментов — механический домкрат и «баллонник» — пригодится, если вдруг спустило колесо. Согласитесь, что если бы вместо них вы имели под рукой гидравлический домкрат и пневматический гайковерт, присоединенный к воздушному компрессору, дело пошло бы быстрее. И тот и другой комплекты справятся с задачей, но последний вариант позволит выполнить работу легче. А кто из нас любит лишнюю работу? То же самое применимо и к автомобильному электрооборудованию. Используя при диагностике проблем электрооборудования только контроль-

ную лампу, получаешь ограниченные результаты. Стоит добавить в арсенал простейший вольтметр за 10 долларов, и диагностический потенциал резко возрастет.

Друзья или близкие могут рассказать, что имеют все инструменты, известные человечеству (и пожелать вам того же). Ответьте им, что вы лишь слегка поцарапали лакокрасочную поверхность и вам вполне достаточно того, что уже есть в наличии. На самом деле вам действительно придется что-то постепенно докупать по мере накопления проблем. Это может относиться к гаечным ключам, к отверткам, к крепежу.



Аналоговое устройство (справа) использует стрелку для вывода результата. Чтобы правильно считать показания, мы должны внимательно смотреть на шкалу. Современные цифровые измерительные приборы выводят значения на экран в электронном виде. У некоторых моделей, как у этого Fluke 175, есть аналоговая гистограмма, которая выглядит как шкала, — в итоге мы получаем лучшее от старого и нового устройств



В дополнение к более массивному проводу прибора и контрольной лампе (слева сверху) в устройстве предусмотрена специальная защитная оболочка (металлическая пружина или резина) рядом с проводом, выходящим из лампы. Эта оболочка препятствует тому, чтобы провод повредился, даже после долгого использования

Но по отношению к электронным диагностическим инструментам — никогда.

Подумайте, нужен ли вам цифровой вольтметр за 500 долларов? В принципе, ответ зависит от целей проверки, если вы планируете стать профессиональным техником (или уже таковым являетесь), то дорогой цифровой мультиметр, со всеми его «примочками», сэкономит часы при диагностике неисправности. Как говорится — «время — деньги». Но когда вы возитесь с машиной дома, проводите ли вы сложные испытания? Тогда зачем вам нужен дорогой прибор? Именно поэтому покупка дорогих мультиметров не имеет смысла, однако в любом случае инструмент должен быть качественным.

Покрутившись вокруг своего «железного коня» не один день, владельцы постепенно приходят к выводу, что набор торцевых головок, купленный в местном магазинчике, займет достойное место в багажнике или под сиденьем. Но пригодится этот комплект только в случае серьезной поломки. Хорошей отправной точкой является покупка качественного цифрового мультиметра и пробника (контрольной лампы или контрольного индикатора). Добавление последнего поможет решить проблемы с электронным зажиганием и бортовым компьютером. Давайте начнем с базового устройства — с 12-вольтного пробника.

ПРОБНИКИ

По большому счету, проверка пробником заключается в подключении к цепи контрольной лампы (в просторечии они и называются «контрольками»). Говоря простым языком, пробник состоит из пластмассового прозрачного корпуса с контрольной лампой внутри, острого щупа и длинного провода, заканчивающегося пружинным зажимом, обычно называемым «крокодил». Когда «крокодил» замкнут на «массу», заостренный щуп используется как зонд, который проверяет наличие разности потенциалов. Каждое касание щупа вызывает замыкание контура, и лампа загорается. Безусловно, это прекрасный инструмент, зарекомендовавший себя на многолетней практике, однако подобный прибор имеет один недостаток: он не может оценить уровень напряжения — ведь даже при его значении ниже 8 вольт лампа просто не загорится. Зато эта проверка полезна для активации реле и соленоидов. Щуп, заземленный через контрольную лампу, подпитывает контактную группу и заставляет ее замыкаться. Конечно, реле можно проверить и простой перемычкой, но если вы случайно коснетесь не того контакта, это приведет к искрению и может повредить цепь. Использование пробника куда безопаснее.



В дополнение к вольтметру и омметру Fluke 175 является полноценным мультиметром, который может считывать частоту с катушки генератора переменного тока

Проверка пробником применима и для тестирования контактов прерывателя, датчиков Холла и оптических триггеров распределителей, отправляющих сигнал на модуль зажигания. В сущности, при тестировании пробником модуль зажигания реагирует на него так же, как и при получении сигнала от датчика положения коленвала, и если модуль работает, он будет вырабатывать искру. Пробник также может быть использован для проверки катушки зажигания или импульса от бортового компьютера на инжектор. (Эти тесты рассматриваются в следующих главах.)

Однако не следует думать, что тестирование пробником всегда универсально. Некоторые лампы обла-

дают слишком большим сопротивлением, и проходящий через них ток недостаточен для того, чтобы обеспечить, например, импульс модуля зажигания или реле. Поэтому сопротивление тестовых ламп при проверке модуля зажигания или реле не должно превышать 10 ом. Если же этот показатель выше, достаточно просто установить в пробнике лампочку большей мощности (с пониженным сопротивлением).

Стоимость пробников колеблется от 5 до 25 долларов. Спрашивается — какая между ними реальная разница? Во-первых, более дорогие комплектуются более качественным проводом и «крокодилом». Кроме того, места соединения корпуса и щупа с проводом

защищены металлической пружиной или резиновой манжетой, которые предотвращают поломку даже при неосторожном обращении. Ну и самое главное — качество самого щупа. Он должен быть изготовлен из закаленной стали, не требовать частой заточки и размещаться в высокопрочном пластиковом корпусе. Дешевый тестер может сломаться при случайном падении или ударившись обо что-то под капотом. Сменив несколько пробников, вы значительно превысите стоимость одного дорогого, но качественного. Хотя и дорогой, и дешевый пробник выполняют одну и ту же функцию, с более качественным удобней и приятней работать. В долгосрочной перспективе оно того стоит (ну или обращайтесь с дешевым пробником очень аккуратно).

Помните, что перед работой всегда нужно проверять работоспособность лампы. Для этого подключите «крокодил» к «массе», а щуп замкните на такую точку цепи, где напряжение обязательно присутствует — например, на положительную клемму аккумулятора. Рано или поздно любая лампа перегорает, и если вы поленились проверить ее перед тестированием, то будете сходить потом с ума, не понимая, почему все проверки дают отрицательный результат.

МУЛЬТИМЕТРЫ

Сам термин «вольтметр» практически неправилен, поскольку сейчас практически невозможно найти прибор, который измеряет лишь напряжение (если только вы не делаете покупку в антикварной лавке), поэтому следует использовать более точное название — «цифровой мультиметр» или «цифровой вольтметр». Если вы серьезно относитесь к диагностике и (или) ремонту электрооборудования, это устройство — такой же основной и необходимый инструмент, как, например, набор торцевых головок или вороток-трещотка. Многие любители, а также некоторые профессиональные техники пытаются обнаружить неисправность, используя только пробник. В зависимости от того, какую именно информацию вы хотите получить, этот способ имеет право на существование, однако в большинстве случаев сам факт наличия напряжения недостаточен. Для понимания возникшей проблемы необходим более полная информация не только качественного, но и количественного характера. Таким образом, хороший мультиметр сэкономит драгоценное время.

За последние 20 лет размер вольтметров (как и других электронных гаджетов) сопоставим с размерами карманного калькулятора, их стоимость постоянно уменьшается, а количество дополнительных функций возрастает. Вольтметры существуют в двух основных видах — аналоговые и цифровые. В старых аналоговых моделях используется стрелка и фиксированная

числовая шкала, по которой и происходит отсчет показаний. Их показания считываются весьма неточно, так как достаточно трудно точно совместить положение стрелки со шкалой прибора. Кроме того, в результате случайного удара или падения механическая часть такого вольтметра легко повреждается и дает неверные значения, о чем пользователь может и не догадываться. Найти аналоговый мультиметр сейчас достаточно трудно (опять же, если только в антикварной лавке), их полностью заменили цифровые электронные приборы.

Поскольку все они, как правило, комбинированы, их часто называют мультиметрами, а также тестерами (от англ. test — испытание), авометрами (ампер-вольт-омметр). В англоязычном варианте встречается аббревиатура DVOM (от digital volt-ohmmeter). По сравнению с аналоговыми моделями мультиметры обладают рядом преимуществ. Они отображают значения на жидкокристаллическом дисплее в цифровом виде. После небольших ударов или даже механических повреждений они чаще всего продолжают осуществлять точные замеры (если, конечно, не вышел из строя дисплей). Другое существенное отличие аналоговых и цифровых моделей заключается в их внутреннем сопротивлении. У аналогового устройства оно низкое (как правило, около 100 000 ом), у цифровых мультиметров значительно выше и достигает 10 Мом (10 000 000 ом). Следовательно, при измерении высоких сопротивлений аналоговый омметр будет давать искаженные показания, а при проверке компьютерных цепей даже может вывести из строя некоторые электронные компоненты.

Цифровые приборы способны проверять самые различные параметры электрических цепей. Минимальный набор функций вольтметра — считывание значений напряжения (постоянного и переменного) и сопротивления. К дополнительным проверочным функциям относятся измерение силы тока, частоты, непрерывности цепи (иногда со звуковой и/или световой индикацией), емкости, температуры, а также тест диодов. Вдобавок эти приборы могут иметь встроенные функции автоматического отключения, внутренней защиты, цифрового сглаживания, подсветки индикатора, построения диаграмм и многие другие.

На покупку мультиметра можно потратить как 10, так и 500 долларов. Это можно сравнить со стереосистемами за 50 и за 2000 долларов: и та и другая предназначена для воспроизведения музыки, но качество воспроизведения будет вовсе не одинаковым. Так и при выборе тестера следует учитывать тот уровень диагностики, которым вы планируете заниматься. В любом случае, затрачивая больше денег, вы приобретаете долговечность, удобство пользования, дополнительные функции (иногда только с их помощью можно найти неисправность), качественные провода, наличие аксессуаров и поддержку производителя.



У цифровых мультиметров Fluke 175 (слева) есть функция гистограммы, которой нет на более дешевых приборах. Карманный (справа внизу) цифровой мультиметр Radio Shack несет в себе больше функций, чем другие устройства, которые были дороже несколько лет назад

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫБОР ДИАПАЗОНА ИЗМЕРЕНИЙ

Большинство мультиметров, имеющих сегодня на прилавках, обладают функцией автоматической настройки диапазона измерений напряжения и сопротивления, самостоятельно выбирают нужный диапазон, исходя из уровня сигнала, сами округляют полученные значения и ставят десятичную запятую. Если прибор все-таки не имеет такой возможности, пользователь должен сам выбрать правильное масштабирование еще до проведения тестирования. Например, для того чтобы измерить напряжение 12-вольтовой аккумуляторной батареи, на приборе следует выбрать диапазон от 0 до 20 V.

Измерение сопротивления является более сложной задачей, чем измерение напряжения, как для прибора с автоматическим ранжированием, так и без него, поскольку значения сопротивления могут охватывать очень широкий диапазон — от десятых ома до нескольких мегаом. Поэтому существует несколько простых правил, с помощью которых можно интерпретировать показания омметров обоих типов. Для их демонстрации мы измерим сопротивление катушки зажигания.

Сопротивление ее вторичной обмотки имеет значение около 11800 ом. Установите переключатель прибора в режим измерения сопротивления. Счетчик с автовыбором диапазона сразу покажет правильное значение — «11,8 к». Символ «к» означает, что деся-



Перед использованием данного прибора Yuasa, который не имеет функции автоматического определения границ измерений, необходимо правильно настроить шкалу

тичную запятую следует переместить на 3 разряда вправо. В результате получится 11 800 ом. Если вместо символа «k» появляется символ «M», то запятую следует переместить уже на 6 разрядов, и показание прибора следует интерпретировать, как 11 800 000 ом. Это означает, что, возможно, она плохо заземлена или имеет пробой (обрыв).

Алгоритм подобного рода полностью приемлем и для приборов без автоопределения диапазона. Используя диапазон до 2 k, прибор считает показания, не превышающие этого значения, до 20 k — до 20 000 ом, до 200 k — до 200 000 ом, и так далее.

ОСОБЕННОСТИ МУЛЬТИМЕТРОВ FLUKE

Компания Fluke занимается производством цифровых измерительных приборов для автомобильной промышленности много лет. 170-я серия этого производителя — пример хороших цифровых мультиметров в средней ценовой категории (около 190 долларов).

Конструктивно их можно разделить на две категории — с усреднением показаний и True RMS (True Root Mean Square — истинное среднеквадратичное значение). И те и другие измеряют и напряжение, и сопротивление, однако модели True RMS точнее оценивают искажения синусоидального входного сигнала. Переменный ток, выдаваемый некоторыми компонентами электрооборудования, например катушками зажигания или датчиками оборотов, имеет нелинейные характеристики колебаний (искажения синусоидальной кривой), которые не могут быть учтены приборами с усреднением. А прибор True RMS, например Fluke 175, просчитывает выходной сигнал, учитывая эти искажения, и отображает истинное значение. Следующее различие мультиметров заключается в возможности графического построения на индикаторе аналоговой гистограммы (столбчатого графика). Эта функция предоставляет возможности цифрового и аналогового дисплея одновременно. Гистограмма ведет себя так же, как электронная стрелка, только намного быстрее. На Fluke 175 гистограмма обновляется около 40 раз в секунду — в 10 раз быстрее, чем цифровой дисплей, позволяя пользователю обнаружить изменения в показаниях, которые происходят слишком быстро для приборов, не оборудованных такими системами отображения. Такая возможность полезна при проверке неисправности датчика положения дроссельной заслонки или датчика скорости — и тот и другой тест возможен только с использованием столбчатой диаграммы, отображаемой на индикаторе прибора.

В целом модель Fluke 175 — замечательный пример мультиметра, богатого различными функциями, которые можно легко выбрать с помощью переключателя режимов и кнопок, расположенных на передней панели. В настоящее время существует много производителей, предлагающих аналогичные приборы. С моей точки зрения, Fluke 175 является достойным образцом, обладающим всем спектром требуемых возможностей для тестирования и ремонта.

Чтобы показать спектр функций современного цифрового мультиметра, далее следует описание различных функций модели Fluke 175.

Дисковый переключатель режимов

Дисковый переключатель на передней панели мультиметра служит для выбора возможных измерений или функций, и, как видно на картинке, его положения обозначаются желтыми и белыми буквами или символами. «Желтые» функции доступны через нажатие желтой клавиши, расположенной справа сверху на передней панели прибора прямо под дисплеем. Двойное нажатие этой же клавиши переводит мультиметр в режимы измерений, обозначенные белым цветом.

Рассмотрим положения поворотного переключателя по порядку и соответствующие им функции:

1. **OFF** — выключает прибор. Если входной сигнал не изменяется в течение 20 минут, мультиметр автоматически переходит в спящий режим, экономя заряд своего аккумулятора. Эта функция может быть отключена для записи напряжения в течение длительного времени.

2. **$\tilde{V}$ Hz (AC Volts/Hertz)** — измерение напряжения переменного тока в пределах от 0,1 милливольта до 1000 вольт. Нажатие желтой клавиши позволяет измерять частоту переменного тока. Эта функция полезна при проверке датчиков индуктивного типа.

3. **$\overline{V}$ Hz (DC Volts/Hertz)** — измерение напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 милливольта до 1000 вольт. Нажатие на желтую кнопку переключает прибор в режим измерения частоты постоянного тока. Показания напряжения постоянного тока — наиболее часто используемая функция. Тестирование частоты напряжения постоянного тока полезно при проверке датчиков с цифровым выходным сигналом, например датчики абсолютного давления или датчики массового расхода воздуха.

4. **$\overline{mV}$ (DC Millivolts)** — измерение напряжения постоянного тока между 0,1 и 600 милливольт. Такая же функция, как и предыдущая, но для измерения напряжения в значительно меньшем интервале.

5. **Ω $\rightarrow$ (Ohms/Farads)** — измерение сопротивления в интервале от 0,1 ом до 50 миллионов ом. В этом режиме прибор измеряет сопротивление датчиков, реле, выключателей, коммутационных проводов, кабелей и других компонентов. Нажатие желтой клавиши переводит устройство в режим измерения емкости конденсаторов, в реальной практике для проверки автомобильных цепей эта функция используется редко.

6. **$\text{|||||} \rightarrow$ (Beeper/Diode)** — проверка непрерывности цепи (звуковой сигнал означает наличие контакта между электродами). Такое тестирование используется с целью проверки целостности проводника (кабеля, шнура и т.п.). Нажатие желтой клавиши переключает мультиметр в режим тестирования диодов, применяемых в генераторах переменного тока и некоторых других цепях.

7. **$\tilde{A}$ Hz (AC/DC Milliamps/Hertz)** — измерение силы постоянного/переменного тока в интервале от 0,01 до



Кроме измерения напряжения, силы тока, сопротивления и частоты, у Fluke Series 170 есть функции «Запоминания» и «Минимума/Максимума». Желтый кнопочный переключатель позволяет считывать значения с разных режимов работы

600 миллиампер. Используется как для измерения слабых токов, так и для проверки цепей на наличие паразитных токов, которые создают некоторые устройства (компьютеры, радио, часы и т.п.). Нажатие желтой клавиши переводит прибор в режим измерения частоты переменного тока в пределах от 2 Гц до 99 кГц.

8. mA Hz (AC/DC Amps/Hertz) — измерение силы постоянного/переменного тока от 0,01 до 10 ампер. При использовании данной функции прибор защищен встроенным предохранителем. Нажатие желтой клавиши переводит прибор в режим измерения частоты переменного тока до 99 кГц.

9. Клавиша **HOLD**. При нажатии этой клавиши происходит фиксация показаний дисплея. Двойное нажатие переводит мультиметр в режим автоматического удержания, при котором он удерживает показание до тех пор, пока не получит новое стабильное значение. Тогда прибор издает звуковой сигнал и выводит на дисплей свежие данные. Эта функция полезна, когда вы не можете непосредственно увидеть показание прибора, прозванивая цепь.

10. Клавиша **MINMAX**. При однократном нажатии этой клавиши начинается фиксация максимального,

минимального и усредненного значений установленного на дисковом переключателе параметра с течением времени. При удержании этой клавиши более одной секунды функция отключается и показания сбрасываются. При работе этой функции «спящий» режим отключен. Подобная функция полезна для считывания показаний, которые меняются с течением времени, но вы не можете следить за показаниями дисплея. Это может особенно пригодиться, когда пытаются выяснить причину спорадических (то появляющихся, то исчезающих) электрических проблем.

11. Клавиша **RANGE**. В обычном состоянии прибор находится в режиме автоматического определения величины получаемого сигнала. Нажатие данной клавиши переводит мультиметр в ручной режим, что позволяет вам самостоятельно определять, где должна находиться десятичная точка. При каждом нажатии точка перемещается на один разряд вдоль всего индикатора. Такая возможность полезна, когда требуется определить, в каком диапазоне находится напряжение или сопротивление.

12. Клавиша . Нажатие этой клавиши переключает мультиметр в разные режимы. Также отключает «спящий» режим.

Клеммы от Fluke i410 AC/DC могут использоваться с любыми другими мультиметрами, которые считывают значения в милливольтках. Эти клеммы позволяют измерять силу тока до 400 ампер в цепях постоянного тока и идеально подходят для систем диагностики и контроля





Этот тестер Radio Shack может обнаружить сигналы от катушек переменного тока и переключателей с эффектом Холла, а также обнаружить импульсы от электронного управляющего модуля (ЕСМ)

Входные контакты

У мультиметра Fluke 175 есть 4 входа. Один из них — COM (англ. common — общий) служит «массой» для любых измерений. Верхний правый вход (V, Ω , $\rightarrow$ +) используется при тестировании напряжения, непрерывности цепи, сопротивления, теста диодов, емкости и частоты. Два разъема слева предназначены для измерения силы тока; каждый из них защищен встроенным предохранителем, причем каждый предохранитель может быть проверен с помощью самого прибора.

Проверка предохранителей проводится без снятия верхней крышки прибора простым касанием щупов друг друга. Кроме того, у мультиметра есть встроенное устройство безопасности, защищающее его в случае непреднамеренного неправильного подключения. Например, если прибор подключен к измерительному гнезду проверки напряжения, но сам он находится в режиме измерения силы тока (или наоборот), на индикаторе отобразится слово «lead» (англ. провод). Это предупреждает пользователя о необходимости переключения щупа в другое гнездо во избежание перегорания предохранителя.

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА

Существует два типа амперметров — подключаемые последовательно в цепь и индукционные (именуемые также «токовые клещи»). Первый тип может быть полезен при поиске паразитной утечки тока, которая вызывает разрядку аккумулятора. Некоторые мультиметры позволяют замерять силу тока до 20 ампер, но 10-амперные приборы распространены шире. Fluke 175 имеет два диапазона для измерения этого параметра: 400 миллиампер и 10 ампер. Первый режим может быть использован для измерения малых токов, обычно потребляемых часами, компьютером, радио и т.п. Второй, 10-амперный, нужен для проверки более сильных токов «залипшего» реле или освещения багажника. Оба диапазона защищены встроенными предохранителями.

При проверке тока стартера или генератора используют амперметры индукционного типа. Они оснащены автономной системой питания (как правило, это 9-вольтовая батарейка) и выдают выходной сигнал в милливольтках. Ток, протекая по питающему кабелю стартера или выходному генератора, образует электромагнитное поле вокруг тестируемого провода.



Snap-On и другие производители устанавливают красный и зеленый индикаторы. Эти устройства просты и понятны в использовании

Индукционный амперметр, измерив это поле, преобразует его в сигнал, который пересчитывается прибором (1 милливольт эквивалентен 1 амперу). Fluke i410 — это токовые клещи, с помощью которых можно измерять постоянный и переменный ток в диапазоне от 1 до 400 ампер. Их можно подключить к любому мультиметру, при условии, что у прибора есть вход соответствующего типа.

При планировании покупки амперметра индукционного типа задумайтесь: при своей значительной стоимости они измеряют только силу тока, что нечасто применяется в автомобильных цепях. Стоимость Fluke i410 составляет примерно 155 долларов, но если вы все-таки предполагаете проводить диагностику стартера или генератора самостоятельно, это стоит таких денег.

ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБНИКИ

Один из самых полезных и недорогих инструментов для тестирования автомобильных электроцепей — логические пробники.

Используемые ранее исключительно в целях прикладной электроники, за последние несколько лет логические пробники наконец-то нашли свое место и в автомобильной отрасли.

Иногда их называют красной и зеленой тестовыми лампами. Эти приборы не умеют измерять, а лишь

фиксируют две вещи: высокое или низкое напряжение. Реальная их ценность заключается в способности обнаружить наличие электрических импульсов. Ими регистрируются выходные сигналы различных устройств, датчиков и приборов. Из-за высокого внутреннего сопротивления логический пробник является совершенно безопасным для использования на любом датчике или электронном блоке.

Питание пробника происходит путем присоединения красного шнура к любому 12-вольтовому источнику питания и подключением на «массу» черного. Заостренным концом щупа проводится проверка наличия (или отсутствия) импульсов от различных датчиков. Зеленый светодиод указывает, является ли напряжение сигнала ниже порогового уровня 0,8 вольта. Если входное напряжение выше порогового значения в 2,2 вольта, загорается красный. Если на кончике пробника присутствуют импульсы, он будет мигать или мерцать. Прибор RadioShack (номер детали по каталогу 22-303) стоит около 20 долларов, он имеет дополнительно оранжевый светодиод, мигающий при наличии импульсов. Также он снабжен звуковым сигналом, который меняет тон в зависимости от уровня напряжения. Тематические разделы в Интернете порекомендуют приборы и от других производителей, их функции примерно одинаковы. Их помощь неоценима при работе с системами электронного зажигания и впрыска топлива.

ТЕСТИРОВАНИЕ ЛАМПАМИ NOID LIGHT

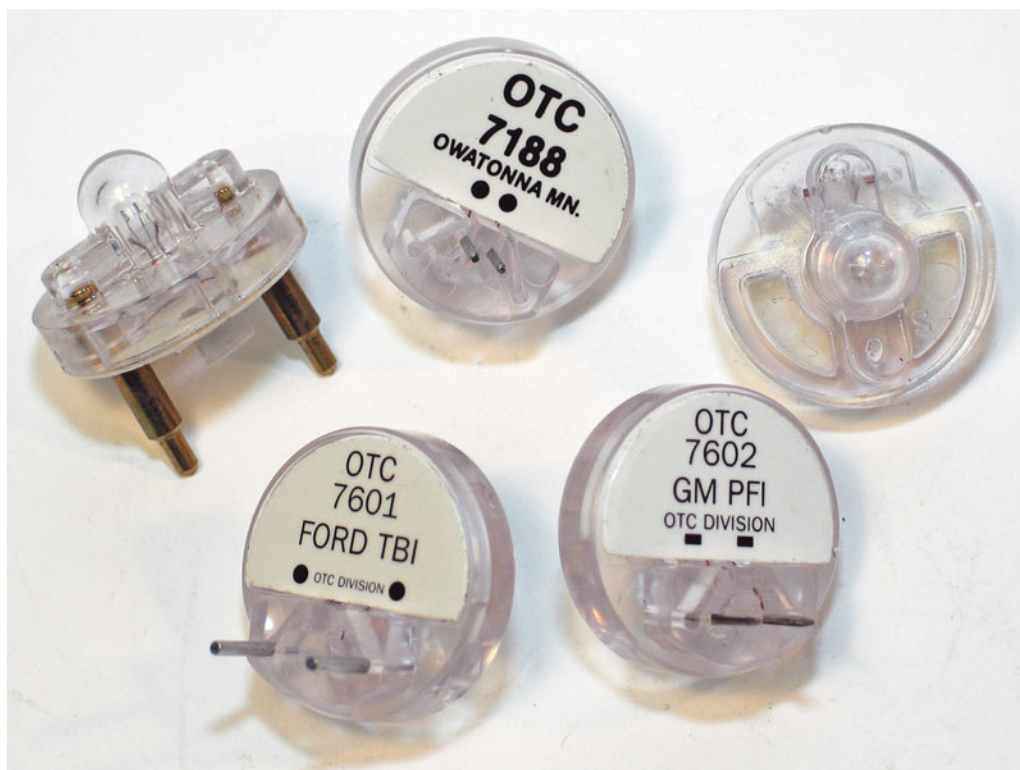
Лампы Noid Light являются специализированным инструментом, предназначенным для проверки наличия импульса на проводах инжектора. Устройство подключается к разъему форсунки. Когда двигатель запускается, если импульсы поступают, лампа начинает мигать. Данный тип устройств распространен, в основном, в Северной Америке. Лампы Noid Light продаются наборами, большинство из них типизировано, содержит в себе различные виды ламп и соединений, которых достаточно для подключения к инжекторным разъемам большинства крупных производителей, но рассчитаны они на североамериканский рынок. При желании набор таких ламп может быть приобретен через Интернет, его стоимость составляет около 20 долларов.

Так или иначе, как уже отмечалось ранее, простые тестовые пробники также могут выполнять эту функцию с одинаковой безопасностью для системы электронного впрыска. Однако в некоторых случаях используется дополнительный резистор, последовательно включенный в цепь, и они могут не пропускать достаточно тока, чтобы зажечь контрольную лампу. Noid Light обычно требуют меньшего напряжения и в этом отношении работают лучше.

РЕГИСТРАТОРЫ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ТИПА SHORT FINDER

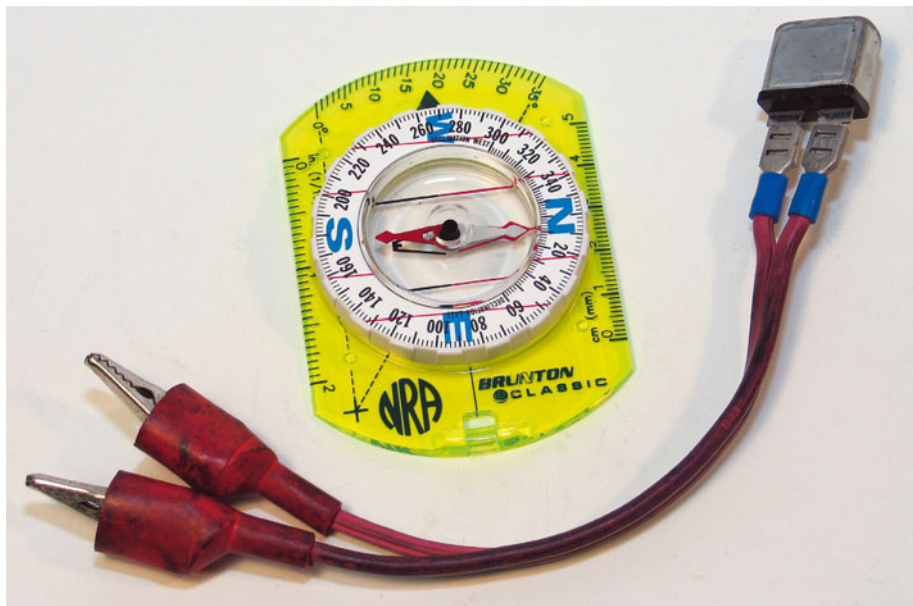
Если какой-нибудь предохранитель перегорает, достаточно просто взглянуть на схему подключения, чтобы определить цепь, в которую он запитан. Однако совсем другое дело, когда нужно отыскать провод или разъем, замыкающий на «массу». Руководства по обслуживанию редко указывают местоположение жгутов проводки, и иногда единственный способ найти неисправный участок цепи — просто начать разбирать отдельные элементы — приборную панель, обшивку крыши, жгуты двигателя и т. д.

Задача поиска короткого замыкания в цепи решается намного проще при использовании так называемого «шорт-финдера» (англ. Short Finder — «искатель короткого (замыкания)»), который можно изготовить самому в домашних условиях. Для этого понадобятся автоматический выключатель (автомат защиты цепи) и компас. Выключатель продается в большинстве автомагазинов, компас — в магазинах спортивных товаров. Выключатель подключается к блоку предохранителей (удобно это сделать через провода с «крокодилами») на место перегоревшего. Биметаллическая вставка внутри выключателя, нагреваясь при прохождении через нее тока, размыкает цепь, затем, охлаждаясь, вновь ее замыкает. Каждый раз,



Каждый из световых индикаторов Noid предназначен для разных проводов топливной системы. Когда их присоединяют, они светятся при получении импульса от ECM

Это самодельное устройство состоит из 5-амперных автоматических выключателей, выводов с зажимами «крокодил» и компаса



Это самодельное устройство использует 5- или 10-амперные автоматические выключатели. Кроме того, оно выводит световые и звуковые сигналы. Другие функции включают в себя предохранитель на 20 ампер для тестирования жгутов проводов или включения бензонасоса





У механиков не бывает слишком много удлинителей. Они бывают разных размеров, как показано на рисунке. Большое количество самодельных удлинителей состоит из провода сечением в 2 мм; его удобно использовать для питания от задней части автомобиля или трейлера

когда цепь получает питание, в проводе генерируется магнитный импульс. Если поместить компас вблизи провода, его стрелка начнет отклоняться при каждом срабатывании выключателя. Перемещаясь вдоль жгута и наблюдая поведение стрелки, вы увидите, что оно будет везде приблизительно одинаково, но по мере приближения к месту замыкания колебания стрелки уменьшатся. Все дело в практике — уже скоро вы сможете определять место замыкания с точностью до 15 сантиметров. Компас чувствует магнитное поле и через лист металла, и через обивку салона, и через все остальные поверхности автомобиля. Вы можете сделать этот прибор своими руками (как описано выше), а можете заказать онлайн через Интернет, поискав в разделе «автомобильный Short Finder». Обойдется вам этот инструмент долларов в двадцать.

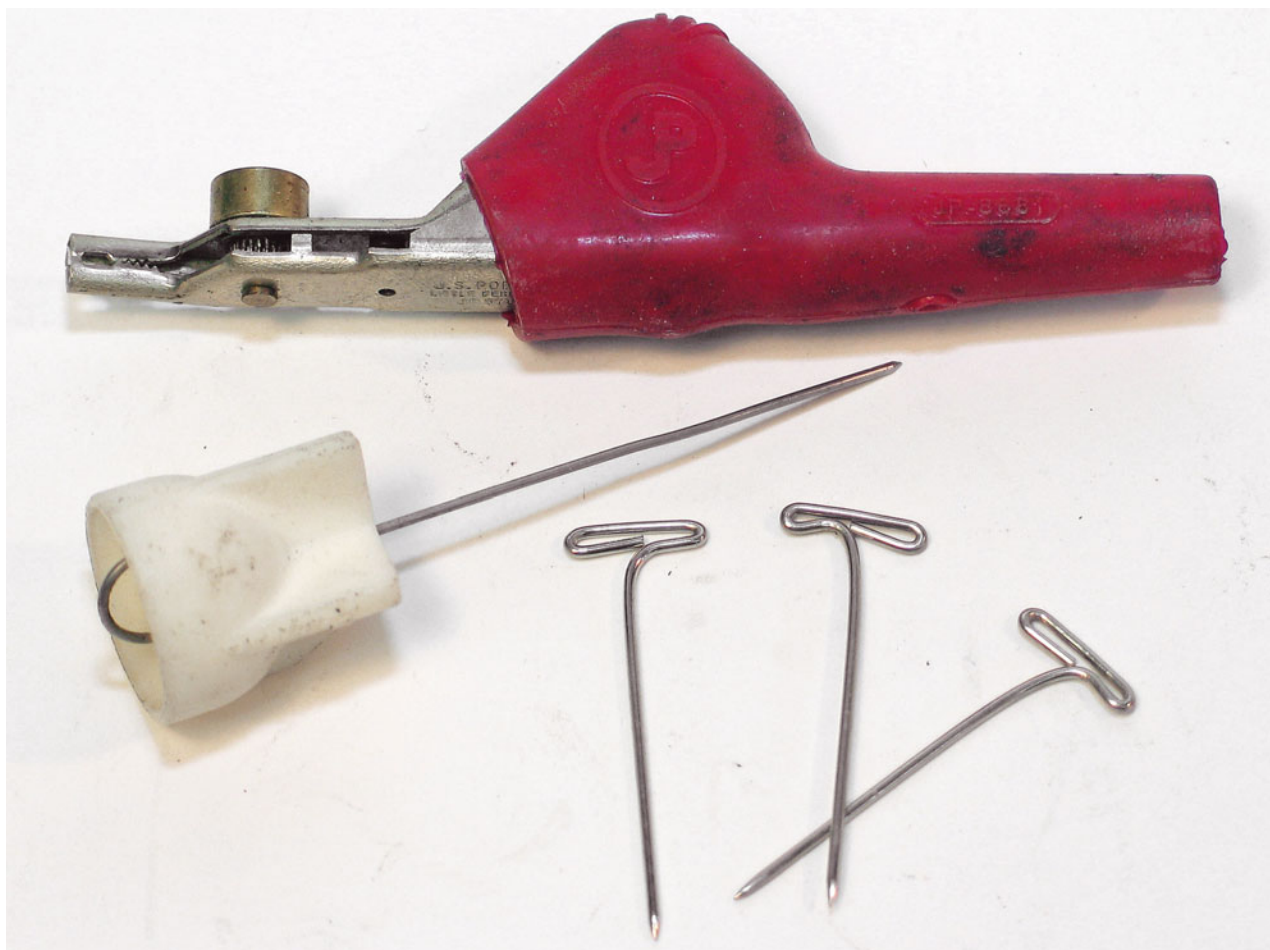
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ПРОВОДА И АКСЕССУАРЫ

Соединительные провода — от обычных проводов различной длины они отличаются лишь тем, что снабжены на концах зажимами (обычно типа «крокодил»). У них широкое поле применения, и серьезный техник обязательно имеет под рукой как минимум

два — красный и черный. Отличные соединительные провода легко изготовить из силиконовых проводов и «крокодилов» хорошего качества. Кроме того, полезен длинный мощный кабель 14-го калибра (американский стандарт AWG (American Wire Gauge — американские калибры проводов), 14-й калибр имеет сечение 2,08 мм²) с большими зажимами. Он обеспечит удобную работу, если вам одновременно требуется под рукой источник питания и «масса» в задней части транспортного средства, например, при тестировании топливного насоса или фонарей на прицепе. Если вы не хотите мастерить их самостоятельно, аксессуар легко приобрести в сети RadioShack либо через Интернет целым пакетом.

Измерение напряжения или других показателей в том случае, когда конец провода скрыт в корпусе разъема или датчика, может оказаться проблематичным.

Конечно, можно оголить участок провода при помощи ножа или стриппера (съемника изоляции), но это не лучший способ, так как нарушенная изоляция может в дальнейшем привести к неполадкам. Намного лучше использовать для этой цели портновские булавки. Их можно вставить между проводом и кор-



Зажим «крокодил» с кнопкой (сверху) оборудован контактно-матричным полем. Этот инструмент может проникнуть в изоляцию проводов и обеспечить удобное подключение вольтметра. Т-образные контакты (снизу) есть в любом крупном магазине, и их удобно использовать в качестве соединителей

пуском до контакта с клеммой. Т- или О-образный конец булавки в этом случае удобен для подключения тестера. А главное, после ее извлечения не остается никаких повреждений провода или разъема.

Лучший инструмент для подключения к проводу на участке, где нет соединений, — JS Popper Alligator Clip от компании Mueller Electric. Модель JP-8783 оснащена системой bed-of-nails, где острые шипы собраны в плотный пучок. Они обеспечивают контакт, прокалывая изоляцию и не повреждая сам проводник. Поищите это интересное приспособление в Интернете на сайтах JS Popper или Mueller Electric.

ТЕСТЕРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ КАТУШКИ

Тестирование катушки зажигания часто оказывается проблематичным. Если при помощи омметра вы измерили сопротивление первичной и вторичной

обмоток катушки и оно оказалось в пределах нормы, означает ли это, что катушка исправна? Увы, но это не всегда так. Иногда катушка при подключении к системе зажигания оказывается неспособной вырабатывать искру.

Лучший способ для проверки катушки — использовать универсальный тестер, сделанный из конденсатора и соединительных проводов. Функционально он действует как множество моментов зажигания и может использоваться на любом типе катушки. При его подключении к источнику питания от аккумулятора тестер заставляет катушку генерировать искру (если она в порядке). Этот динамический тест крайне эффективен для обнаружения нерабочей катушки, которая могла прийти в негодность под влиянием электрических нагрузок. Более подробное описание работы катушки и тестера будет дано в главе 6.



Старый корпус измерительной лампы, конденсатор, провод и несколько зажимов «крокодил» могут быть объединены в единый обмоточный тестер. Если обмотка хорошая, то при соприкосновении появится искра

ТЕСТЕРЫ ПРОВЕРКИ ИСКРЫ

Теоретически для проверки наличия искры достаточно держать соединительный провод близко к «массе», но вы можете получить удар током при несоблюдении правил безопасности. Специальное устройство проверки совершенно безопасно в эксплуатации. По существу, это свеча зажигания без бокового электрода с закрепленным на ней «крокодилом». Чтобы произвести искрообразование на тестере, от катушки зажигания требуется не менее 25 киловольт. Если ее энергии достаточно, она исправна. Этот тест может не работать на некоторых контактных системах зажигания, потому что выходное напряжение их вторичной обмотки слишком низкое.

Тестер искры с функцией регулировки обеспечит образование искры даже при таком напряжении. Его электрод перемещается для корректировки воздушного зазора, а нанесенная на индикатор шкала указывает, какое именно напряжение необходимо, чтобы искра преодолела этот зазор.

Оба тестера работают одинаково хорошо, стоят меньше чем 8 долларов, и их легко найти в большинстве магазинов автозапчастей.

ИНДИКАТОР МОМЕНТА ЗАЖИГАНИЯ (СТРОБОСКОП)

В дополнение к регулировке момента зажигания этот прибор полезен также для обнаружения пропусков зажигания. Индукционный зажим этого тестера устанавливается на высоковольтный провод зажигания, и по световым вспышкам можно наблюдать моменты зажигания. Неравномерные интервалы между вспышками говорят о пропусках зажигания. Кроме того, стробоскоп поможет обнаружить проблему с подачей импульсов от блока управления двигателем на топливные форсунки. Достаточно подключить индукционный зажим к питающему проводу форсунки и наблюдать за вспышками света. Подключив стробоскоп к питающему проводу моно-впрыска и направив его на впускной канал, можно реально увидеть распыление форсунки, когда прибор мигает в такт управляющему импульсу. Любой стробоскоп индуктивного типа пригоден для этих испытаний.

Подобные тестеры доступны в большинстве магазинов автозапчастей и онлайн.

Удерживая прибор на расстоянии, мы можем получить искру. Меняя расстояние воздушного зазора, мы можем увеличивать либо уменьшать напряжение для появления искры. У тестера искры HEI справа есть фиксированный воздушный зазор, которому требуется напряжение примерно 25 000 вольт от катушки зажигания. Это хороший индикатор относительно обмоточной силы для применения в большинстве электронных систем воспламенения



Любой индикатор зажигания может также работать как осциллограф. Когда устройство соединено с зажиганием, индикатор будет загораться каждый раз при осечке



ТЕСТЕРЫ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ (НАГРУЗОЧНЫЕ ВИЛКИ)

Проверить аккумулятор, имея в распоряжении только стартер и амперметр, — задача довольно трудоемкая. В настоящее время на рынке присутствует широкий ряд специальных проверочных тестеров, которые позволяют выполнить эту работу значительно быстрее и проще. В Owatonna Tool Company производится несколько видов тестеров, предназначенных для проверки аккумуляторов.

Модель 3180 может нагружать батарею на 100 ампер. Тестер состоит из вольтметра, реле и сверхмощного резистора. После подключения тестера к батарее следует включить нагрузку на 10 секунд. Перед выключением считать с дисплея информацию, которая покажет вам, хорошая эта АКБ или плохая. Для получения достоверных показаний аккумулятор должен быть заряжен не менее чем на 75%. Модель 3181 нагружает аккумулятор уже на 130 ампер и имеет зажимы, которые могут также закрепляться на аккумуляторах с боковыми клеммами (встречаются только на автомобилях из Северной Америки). Обе модели могут тестировать 6- и 12-вольтовые АКБ и могут работать в режимах старта и зарядки. И ту и другую модель можно легко приобрести в магазинах или заказать через Интернет.

Если вы ищете что-то более высокотехнологичное, Owatonna Tool Company выпускает цифровой тестер модели 3191, который определяет состояние батареи, измеряя ее активную проводимость. Эти тестеры косвенно измеряют доступную площадь поверхности пластины аккумулятора, необходимую для производства химической реакции, которая создает ток. Тестирование на проводимость обеспечивает надежную информацию об общем состоянии источника питания (остаточном сроке службы) и имеет непосредственную взаимосвязь с емкостью, необходимой для запуска двигателя. Тестирование проводимости может быть также использовано для обнаружения осыпавшихся ячеек, замкнутых пластин и обрывов в АКБ. В отличие от вышеописанных аналоговых моделей цифровые могут проверить и разряженный аккумулятор. Тестирование занимает всего несколько секунд, а цифровой дисплей отражает ток холодной прокрутки, напряжение разомкнутой цепи и работоспособность источника питания. К сожалению, эти тестеры не из дешевых! Их стоимость составляет 350 долларов и выше, поэтому используются они только профессионалами.

ОСЦИЛЛОГРАФЫ

Осциллографы обычно используются в лабораторных условиях, но они также широко применяются в автомобильной промышленности с 1950 года. В отрасли ремонта автомобилей они использовались фак-



Тестер аккумулятора OTC 3180 Stinger позволяет нагружать батарею на 100 ампер. Карманные тестеры более удобны в использовании. Обе модели могут тестировать 6- и 12-вольтовые батареи

тически только для диагностики системы зажигания до конца 1980-х годов. Именно тогда появились новые цифровые технологии, которые стали применяться в инструментах, способных «видеть» множество входов и выходов в электронных системах впрыска топлива. Компьютерные датчики, включая датчики абсолютного (англ. MAP — Manifold absolute pressure)

Модель ОТС 3181 является более тяжелой и позволяет нагружать батарею на 130 ампер. Она имеет клеммы, которые могут также закрепляться на аккумуляторах с боковыми разъемами



и барометрического (BARO) давлений, индукционные катушки, переключатели на эффекте Холла, датчики массового расхода воздуха (англ. MAF — Mass air flow) — все они выдают колебательный сигнал. Формой сигнала является изображение изменения напряжения во времени. Осциллограф не только показывает волновую форму сигналов, поступающих от форсунок, контроллеров, соленоидов и реле, но еще может их измерять и записывать.

Вы можете поинтересоваться: почему так необходимо использовать приборы лабораторного уровня, когда большинство (но не все!) из сигналов от упомянутых датчиков и компонентов могут быть измерены мультиметром? На то есть несколько веских причин. Например, фордовский MAP вырабатывает сигнал прямоугольной формы, и мультиметр показывает его частоту в герцах. Когда сигнал датчика изменяется, частота увеличивается или уменьшается, однако, если сигнал будет периодически прерываться, мультиметр этого не обнаружит. В некоторых случаях использование лабораторного оборудования — единственная возможность реально увидеть прерывание прямоугольного импульса. Еще полезнее это в тех случаях, когда качество сигнала имеет большее значение, чем его присутствие.

Другой хороший пример более предпочтительного использования осциллографа — измерение импульсов, поступающих от блока управления двигателем на инжектор. Мигающий свет на Noid Light, ламповый и логический пробники, подключенные к инжектору, покажут только наличие сигнала, но не смогут дать оценку его качества. А вот цифровой осциллограф, напротив, не только проверит наличие импульса, но и отобразит его форму, по которой вы сможете определить, есть ли неисправность у блока. Он поможет обнаружить проблемы с топливным насосом или вентилятором охлаждения раньше, чем они перестанут работать. Наблюдая осциллограмму электродвигателя, можно диагностировать щетки и обмотку якоря.

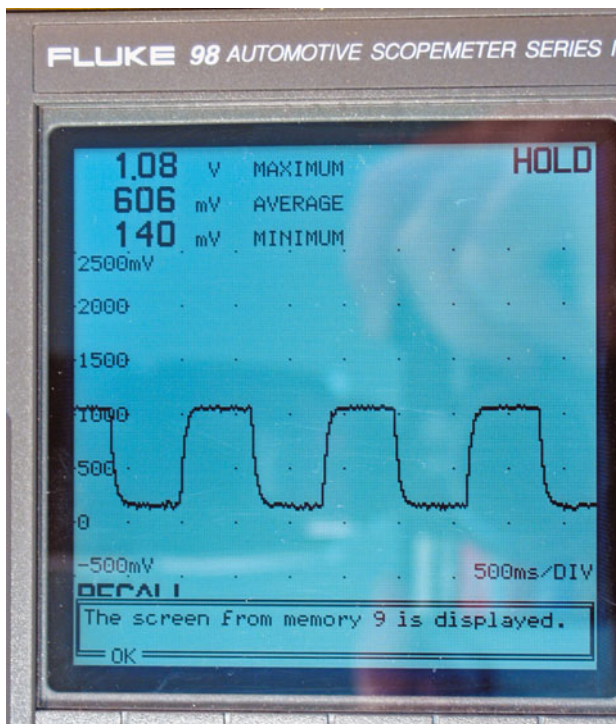
В 70% случаев использование логического пробника или мультиметра для тестирования компьютерных датчиков и других электронных компонентов вполне себя оправдывает. Но бывают и исключения, которые становятся предметом головной боли для диагноста. Большинству домашних механиков ни к чему осциллограф, он вряд ли сможет оправдать расходы на такую покупку. Профессиональные техники работают с более широким кругом автомобилей и с более широким кругом проблем. Наличие этих приборов может им сэкономить многие часы.



Fluke 98 может записывать и воспроизводить как аналоговые, так и цифровые электронные сигналы, полученные от системы впрыска топлива. Он также может замерять вторичное напряжение зажигания и отображать подключенные свечи зажигания

Цена на них за последние годы снизилась, но все равно они стоят дорого — от 800 до 3000 долларов и выше. Воспользовавшись Интернетом и набрав «автомобильные осциллографы», вы сами сможете подобрать себе прибор по карману.

В настоящее время появилась новая интересная альтернатива цифровым осциллографам, если у вас есть персональный компьютер, ноутбук или планшетный компьютер. Теперь осциллограф можно подключать к дополнительному интерфейсу со встроенным программным обеспечением и выходом на стандартный порт USB. Входящее в его состав программное обеспечение позволяет пользователю просматривать, записывать и хранить осциллограммы на ПК, ноутбуке или на КПК. Устройство от компании OTC получило название «интерфейс PalmScore» и совместимо с программным обеспечением КПК Handspring Visor. Другое



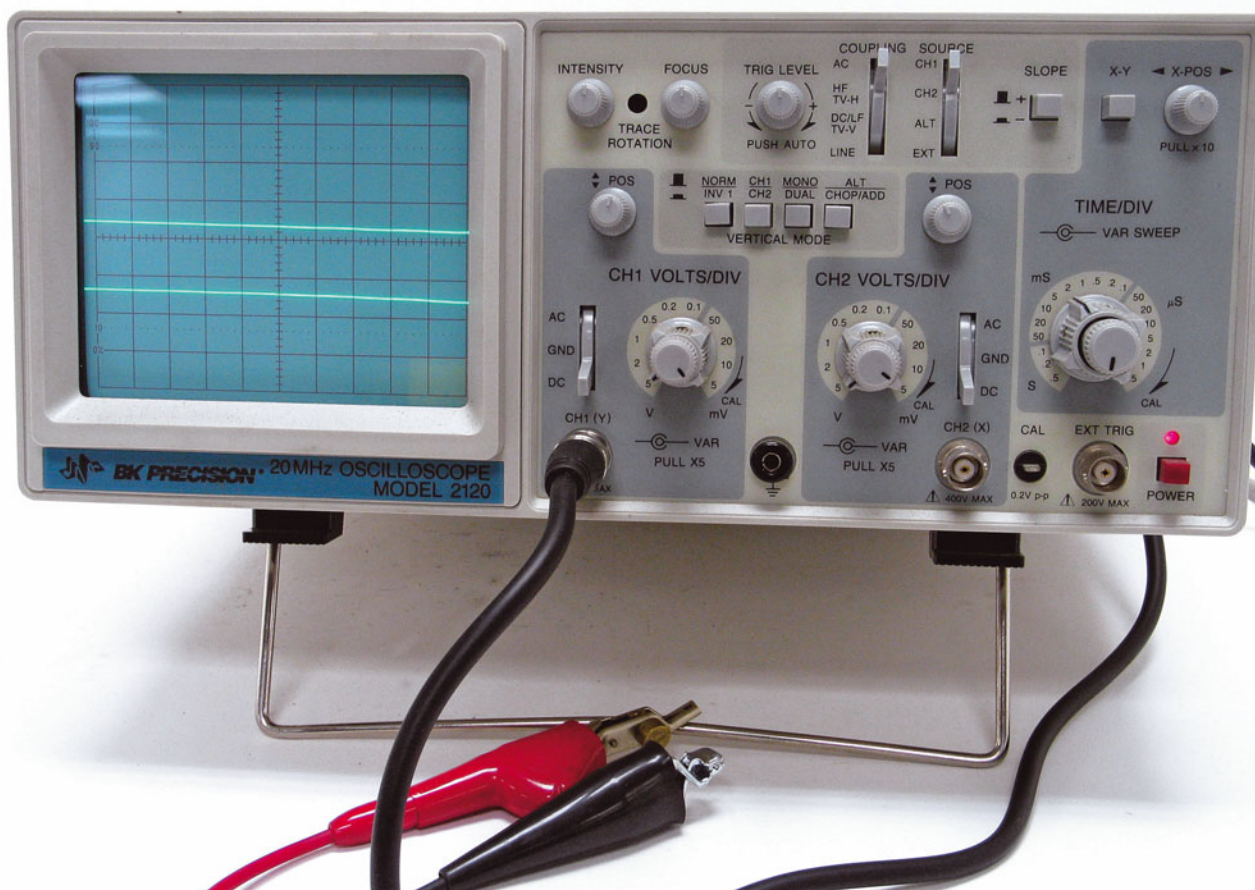
Возможность просмотра записи при использовании переключателя с эффектом Холла зачастую единственная возможность реально «увидеть» проблему с зажиганием

программное обеспечение вместе с самим интерфейсным устройством обойдется примерно в 300 долларов и может быть найдено в онлайн-магазинах.

Существуют еще и аналоговые осциллографы, но, к сожалению, их применение уже не находится в области электронного тестирования автомобилей, поскольку они имеют ряд ограничений. Их индикация работает в режиме реального времени, и обнаружить прерывание сигнала ими невозможно. Аналоговый осциллограф можно купить всего за 350 долларов, а неновый, конечно, еще дешевле.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПАЙКИ

Наличие хорошего инструмента для ремонта электрических неисправностей не менее важно, чем наличие хорошего инструмента для диагностики и начального определения проблемы. Основные инструменты для пайки используются при ремонте и сращивании проводов, при добавлении разъемов и при прочих неисправностях общего характера. Электрический паяльник за многие годы использования доказал свою практичность и стал одним из основных инструментов при работе с электрооборудованием.



Аналоговые осциллографы не предназначены для применения в электронном тестировании автомобилей, поскольку имеют ряд ограничений. Они могут лишь показать информацию в реальном времени и не предполагают запись показаний

Профессиональный аппарат для пайки Weller's (модель SPG80L) обладает мощностью 80 ватт и бывает двух видов. Индикатор показывает, когда можно осуществлять пайку



Многоцелевой паяльник с двойным тепловым диапазоном Weller (модель I8200PK) является стандартным средством для выполнения электрических работ в автомобильной промышленности. Паяльник нагревается быстро, и им просто работать, кроме того, область работы можно подсветить встроенной лампой



Weller's Portasol – портативный переносной паяльник, работающий на бутане. Им удобно пользоваться, когда работаешь вне мастерской, на трассе или при экстренном ремонте автомобиля в пути. Воспламенение происходит через пьезоэлектрическую систему простым нажатием кнопки включения. Заправка возможна при помощи обычных баллонов для подзарядки зажигалок. Одной заправки хватает на несколько часов работы, вполне достаточно для того, чтобы выполнить спайку необходимых проводов

Компания Cooper Tools уже много лет производит разнообразные инструменты для пайки под брендом Weller и считается эталоном качества как в автомобильной, так и в электронной промышленности.

Многоцелевой паяльник из комплекта Weller 8200PK обладает двойным тепловым диапазоном (100/140 ватт). При установке курка в первое положение подается электричество напряжением 100 ватт, и рабочая часть паяльника, обычно называемая жалом, нагревается. Этот режим хорош при работе с проводами небольшого сечения (до 14-го калибра)¹, при работе с более толстыми проводами (10 и 12-го калибра)² следует использовать вторую позицию на 140 ватт. Этот диапазон используется в большинстве автомобильных

электромонтажных работ. Когда приходится иметь дело с проводами и кабелями меньшего калибра (имеющими большее сечение) или с клеммами, следует использовать Weller D550PK, диапазон которого 200/260 ватт.

Обе отмеченные модели обладают встроенными лампами подсветки для работы в затемненных местах. Однако часто бывает так, что пространства оказывается слишком мало и подобраться к месту повреждения с обычным паяльником сложно. Тогда на помощь приходят малогабаритные паяльники (англ. pencil size — размером с карандаш). В дополнение к стандартным электрическим паяльникам Weller предлагает портативные газовые паяльники, работающие на бутане³.

¹ По американской классификации AWG — диаметр 1,63 мм, сечение 2,08 кв. мм.

² Диаметр 2,59/2,05 мм, сечение 5,26/3,31 кв. мм (соответственно). — Прим. переводчика.

³ В России они называются паяльными или паяльно-сварочными карандашами.

РАЗДЕЛ III ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ГЛАВА 4 АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

Как и большинство людей, вы, вероятно, не особо беспокоитесь об аккумуляторной батарее до тех пор, пока двигатель не перестает заводиться. Лишь после этого она получает все 100 процентов вашего внимания.

К счастью, всегда можно «прикурить» от другого автомобиля, но проблема заключается в том, что подобная ситуация может повториться снова после остановки двигателя, причем подзарядка АКБ может стать лишь временным решением. В дополнение к проблеме запуска двигателя слабая или старая АКБ может оказаться причиной неполадок в системе зарядки или электронной системе впрыска топлива. В главе 5 этой книги подчеркивается, что АКБ всегда должна быть полностью заряжена и проверена перед поиском потенциальных проблем с зарядкой. По-

нимание того, как работает АКБ и как ее правильно проверять, поможет в решении проблем с электросистемой.

Аккумуляторные батареи выполняют три основные функции:

- обеспечение запуска двигателя;
- обеспечение электросистемы дополнительным током, когда в силу каких-либо причин это не может сделать система зарядки;
- стабилизация напряжения системы зарядки.

В любом случае главная задача АКБ — запуск двигателя, и тут, как говорится, размер имеет значение, причем ключевые факторы — объем и тип двигателя, поскольку именно они определяют требуемую силу тока. Она варьируется в широких пределах. Например, для 4-цилиндрового двигателя нужно от 50 до 150 ампер, 6-цилиндрового и небольшого V-образного 8-цилиндрового — от 75 до 175 ампер, в то время как большие V-8 требуют для своего стартера уже целых 275. Таким образом, выдаваемый АКБ ток холодной прокрутки прямо пропорционален размеру двигателя. Для пуска двигателя требуется минимальная сила тока, и емкость аккумулятора должна выполнять или перевыполнять это требование. АКБ малой емкости могут запустить и большой двигатель, но надежность этого процесса будет мала, особенно в холодном климате. Классификация батарей будет рассмотрена в этой главе ниже. К другим факторам, определяющим потребляемый стартером ток (кроме размера двигателя), относятся: наличие внутри стартера понижающего редуктора, общее сопротивление цепи стартера, вязкость масла и температура окружающей среды.

Вторая задача АКБ — поставлять ток, когда система зарядки перегружена. Обычно это происходит (хотя и не всегда), когда двигатель находится на холостом ходу. Когда электросистема расходует большое количество энергии на работу фар, максимальные обороты вентилятора отопителя, дворников и т. д., а обороты двигателя слишком малы для



У батареи Optima Red Top есть ресурс в 800 CCA (ток холодной прокрутки) и 110 минут резервной мощности. Батарея герметична и может быть смонтирована практически где угодно, вне зависимости от расположения

ОДНОЯЧЕЕЧНЫЙ АККУМУЛЯТОР

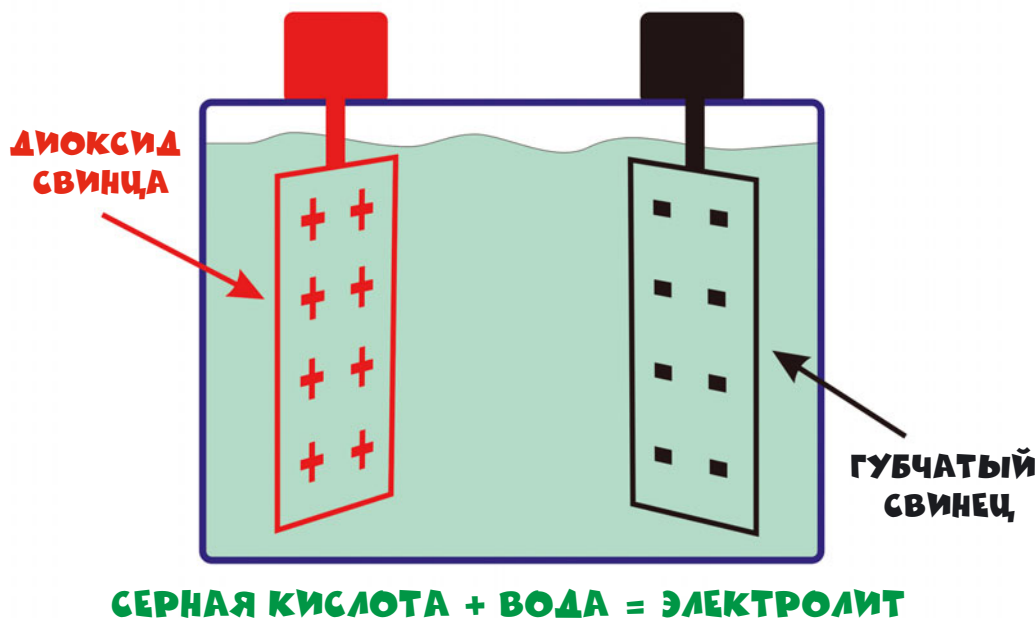


Рис. 4-1. Эта одноячеечная батарея имеет одну положительную и одну отрицательную пластину. Пластины находятся в электролитическом растворе, состоящем из серной кислоты и дистиллированной воды

выработки генератором достаточного тока, батарея должна возместить возникшую разницу. Подобная ситуация может произойти и в случае установки на автомобиль дополнительных устройств и аксессуаров: очень мощной музыкальной системы, фар дальнего света, присоединения прицепа и т. д. При одновременном их включении генератор, даже работая на максимум, будет не в состоянии обеспечить электросистему собственным током, и АКБ должна восполнять нехватку. Но только в течение короткого времени! Ведь если система зарядки уже не в состоянии обеспечивать током электрические нагрузки, которые требует автомобиль, генератор долго не сможет подзаряжать аккумулятор.

Ну и последняя функция — стабилизация напряжения зарядной системы. Дело в том, что генератор вынужден защищать себя от производства чрезмерного напряжения и при повышенных нагрузках пытается «оттолкнуть» от себя лишнее. Именно поэтому АКБ никогда не должна быть отключена из цепи: напряжение в электросистеме может увеличиться до значений свыше 20 вольт, и оно выведет из строя многие (если не все) полупроводниковые компоненты — модули зажигания, компьютеры, стереосистемы и т. п.

Кроме того, АКБ следует рассматривать, как некую систему защиты различных электросистем. Короткие пики высоких напряжений могут возникнуть при включении/выключении определенных цепей, и эти колебания частично поглощаются аккумулятором, защищая их от повреждений.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

По большому счету, аккумулятор — это простое химическое устройство, служащее для сохранения электрической энергии. Важно понимать, что оно, скорее, хранит не электрическую, а химическую энергию, необходимую для производства электрической. Когда батарея производит ток (например, при запуске двигателя), АКБ преобразует один тип энергии в другой. Хотя процесс может показаться загадочным (поскольку скрыт «внутри коробки»), следующее пояснение легко развенчает эту тайну.

Аккумулятор представляет собой ряд отдельных отсеков, состоящих из пар положительных и отрицательных свинцовых пластин, называемых ячейками. Пластина, несущая положительный заряд, изготовлена из диоксида свинца, другая — из губчатого свинца с отрицательным зарядом. Пластины расположены

6-ЯЧЕЕЧНАЯ БАТАРЕЯ НА 12 В

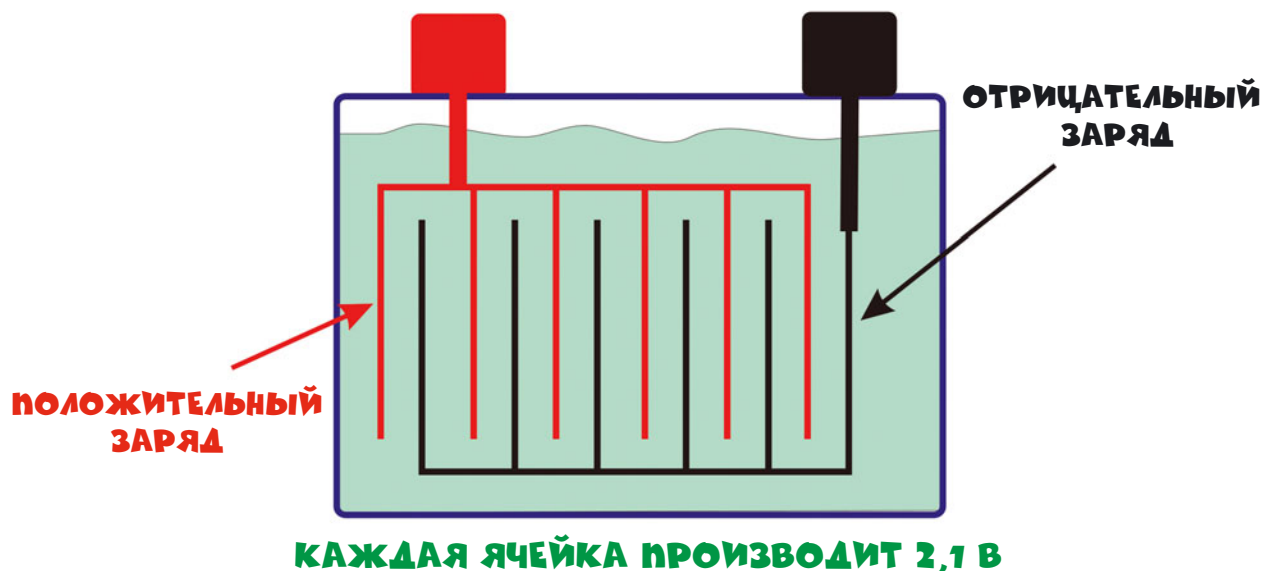


Рис. 4-2. 6 ячеек, выдающих по 2,1 вольта каждая, соединены последовательно в 12-вольтовой батарее. 6-вольтовые батареи состоят из трех ячеек

поочередно (отрицательные и положительные) и погружены в электролитический раствор серной кислоты и дистиллированной воды. Принцип работы свинцово-кислотных аккумуляторов основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в водном растворе серной кислоты. Последний выступает в роли активного вещества, необходимого для вступления свинцовых пластин в химическую (в данном случае — в электролитическую) реакцию.

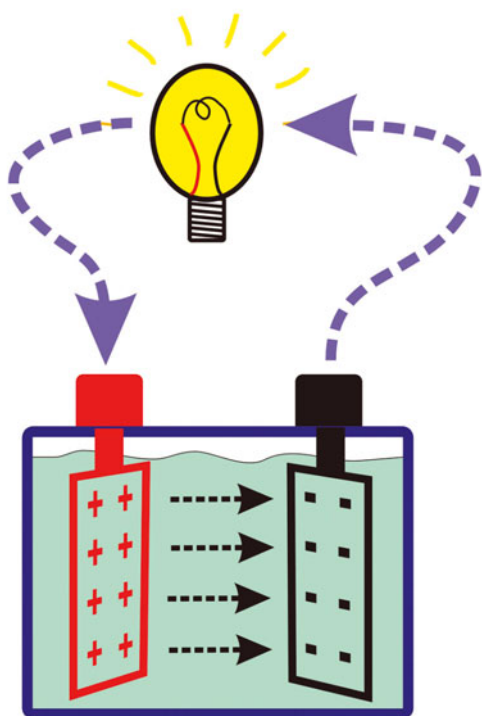
Каждая ячейка при разряде производит 2,1 вольта постоянного тока, поэтому 12-вольтовые АКБ содержат 6 ячеек (12 пластин), а 6-вольтовые — 3 ячейки (6 пластин). Каждая пластина имеет сетчатую структуру. Она облегчает движение электронов при разряде и заряде. Казалось бы, что количество электрической энергии в батарее напрямую зависит от площади пластин, но здесь вступают в силу некоторые конкретные конструктивные и химические особенности, и именно последние имеют более определяющий характер, поэтому небольшие по объему АКБ могут зачастую обладать большей силой тока, чем батареи больших размеров.

РАЗРЯД

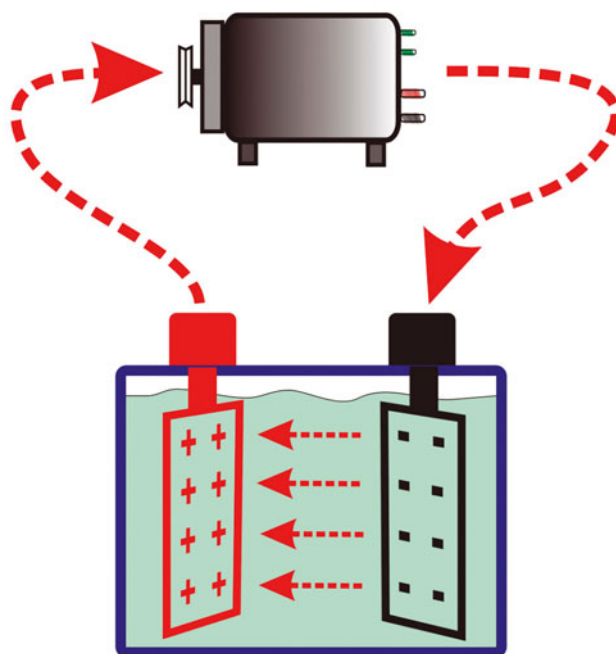
В любой момент времени в АКБ протекает один из двух процессов — заряд или разряд. Раствор электролита содержит заряженные атомные частицы

двух типов — сульфатные и водородные. Они называются «ионы». Ионы сульфата заряжены отрицательно, а ионы водорода несут положительный заряд. Когда на клеммах аккумулятора появляется нагрузка (фары, стартер, звуковой сигнал и т.п.), ионы сульфата устремляются к отрицательной пластине и отдают ей свой отрицательный заряд, а АКБ разряжается. Поток избыточных электронов движется по замкнутой цепи через задействованное электрическое устройство и обратно к положительной клемме батареи, что создает постоянный ток. Вернувшиеся электроны оседают на положительной пластине. Процесс будет продолжаться до тех пор, пока все электроны не «приедут» по замкнутой цепи «домой» в батарею. Химическая энергия исчерпана, аккумулятор разрядился. Напомню, что реальное течение тока, то есть движение электронов от отрицательного полюса к положительному, противоречит популярным представлениям о перемещении электроэнергии от положительной клеммы батареи к отрицательной (общую теорию электричества мы рассматривали в главе 1).

В процессе разрядки аккумулятора отношение серной кислоты к воде в электролите уменьшается, и, в конце концов, бывший раствор все больше превращается в дистиллированную воду. В то же время в результате химической реакции с участием кислоты



РАЗРЯД



ЗАРЯДКА

Рис. 4-3. Батарея слева разряжается, при этом положительно заряженные ионы устремляются к отрицательной пластине. Процесс справа называется зарядкой, а процесс происходит в точности наоборот

образуется сульфат свинца, который постепенно покрывает пластины, и их рабочая поверхность со временем уменьшается. Пропорционально этому процессу снижается и производительность АКБ. Именно поэтому аккумулятор полностью разряжается, если нагрузка подключена на длительное время.

Существует распространенное заблуждение, что АКБ разряжается, хранясь на бетонном полу. Это соответствовало истине лет 35 тому назад, когда корпуса изготавливались из твердой резины, и бетонная влага действительно постепенно разряжала батарею через днище. Современные батареи изготавливаются из акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС) — пластика, который исключает подобную проблему.

ЭЛЕКТРОЛИТ

Как было сказано выше, отрицательные и положительные пластины размещены в электролитическом растворе серной кислоты и дистиллированной воды. Все перечисленные составляющие необходимы для осуществления электрохимических процессов, происходящих внутри АКБ. Измеренное соотношение

серной кислоты к воде даст результирующее значение — удельный вес, или плотность. Плотность дистиллированной воды составляет 1,000, серной кислоты — 1,835, а идеального электролита — 1,265 (полностью заряженный аккумулятор при +27 °C). Однако по мере процесса разряда отношение кислоты к воде уменьшается, и плотность электролита становится меньше, а при зарядке происходит обратный процесс — плотность увеличивается.

На способность батареи к выработыванию тока также оказывает влияние и температура. Чем она ниже, тем меньше и плотность, следовательно, снижается и производительность. В настоящее время производятся аккумуляторы, специфицированные по различным плотностям электролита в зависимости от диапазона температур в регионе эксплуатации. В АКБ для тропического климата (там, где вода не замерзает вообще) используется электролит плотностью 1,21, для очень холодного — 1,30. Электролит с такой плотностью, как правило, не содержится в батареях, предназначенных для использования в Северной Америке или в большинстве стран Европы, потому что срок службы батареи при повышенной

Это руководство по зарядке аккумуляторов позволяет определить, сколько времени понадобится на зарядку полностью разряженной батареи. Представлены варианты с высокой и низкой силой тока

РУКОВОДСТВО ПО ЗАРЯДКЕ АККУМУЛЯТОРА

Значения и время для полной зарядки аккумулятора

Заявленное время работы аккумулятора (в минутах)

80 минут или меньше

80–125 минут

125–170 минут

170–250 минут

больше чем 250 минут

медленная зарядка

15 часов @ 3 ампера

1,5 часа @ 30 ампер

21 час @ 4 ампера

1,5 часа @ 50 ампер

22 часа @ 5 ампер

2 часа @ 50 ампер

23 часа @ 6 ампер

3 часа @ 50 ампер

24 часа @ 10 ампер

4 часа @ 60 ампер

быстрая зарядка

2,5 часа @ 20 ампер

3,75 часа @ 20 ампер

5 часов @ 20 ампер

7,5 часа @ 20 ампер

6 часов @ 40 ампер

плотности значительно снижается. Для континентального климата используется электролит с плотностью 1,265, температура замерзания которого -60°C . Тем не менее важно знать, что вне постоянной эксплуатации плотность электролита постепенно падает и, следовательно, повышается температура его замерзания. АКБ следует хранить в холодных помещениях в полностью заряженном состоянии. Разряженный аккумулятор с плотностью 1,155 уже при температуре около -15°C может заморозиться, что приведет к его повреждению.

ЗАРЯДКА

При зарядке аккумулятора химические реакции, происходившие во время разряда, изменяются на противоположные: сульфат-ионы и ионы водорода меняются местами. Электрическая энергия, затрачиваемая на зарядку, преобразуется в химическую и накапливается внутри АКБ.

Зарядные устройства, в том числе генераторы, вырабатывают более высокое напряжение (то есть оказывают более высокое давление), чем напряжение разомкнутой цепи заряженного аккумулятора. Эта повышенная разница потенциалов необходима для создания обратного тока в аккумуляторе (преодолевающая напряжение разомкнутой цепи) и его зарядки. Любой заряжающий источник создает избыток электронов на отрицательных пластинах АКБ, где они притягиваются положительными ионами водорода. В результате этого электролитического процесса образуются серная кислота и свинец, а также уменьшается количество воды, что приводит к повышению плотности электролитического раствора.

Если применяемый к АКБ зарядный ток не приводит к ее перегреву, можно говорить о нормальном токе заряда. Когда сила тока превышает нормальный ток заряда, температура начинает расти, и электролит закипает, выделяя огнеопасный водород. Вступая в контакт с кислородом, содержащимся в воздухе, он создает чрезвычайно взрывоопасное соединение, которое легко воспламеняется от искры. Поэтому подключение/отключение зарядного устройства должно всегда проводиться только при отсоединенном от электросистемы аккумуляторе. Современные зарядные устройства снабжены системой защиты от искрообразования даже при отключении под напряжением.

Кроме того, искра может возникнуть вследствие неправильного соединения кабелей при «прикуривании». Рис. 4-4 иллюстрирует верную схему и 4-шаговую последовательность действий при соединении рабочего и севшего аккумуляторов:

Подсоедините

- красный кабель к «+» севшей АКБ;
- красный кабель к «+» рабочей АКБ;
- черный кабель к «-» рабочей АКБ;
- черный кабель к «массе» автомобиля с севшей АКБ.

Последнее действие должно обеспечить возникновение искры только на «массу» неисправного автомобиля.

Такая последовательность гарантирует, что ни на одном аккумуляторе не образуется искра.

Автомобильные аккумуляторы можно заряжать и более высокими темпами (то есть токами, превышающими 60 ампер), но только до тех пор, пока температура не превысит $+50^{\circ}\text{C}$. Достаточно прижать

руку тыльной стороной ладони к АКБ. Если не удастся выдержать больше нескольких секунд, зарядный ток следует немедленно снизить. Еще один показатель для снижения — начало чрезмерного выделения газа, о чем свидетельствует энергичное кипение электролита. Таким образом, при ускоренной зарядке аккумулятора ни в коем случае нельзя надолго оставлять без присмотра. Современные зарядные устройства сами замеряют напряжение на клеммах АКБ и автоматически отключаются при полном заряде. Некоторые из них имеют режим ожидания, периодически включаясь для поддержания батареи в этом состоянии в течение длительного периода времени. Такие приборы не будут заряжать полностью севший аккумулятор, так как сила зарядного тока у них не превышает 1 ампер, зато они идеально подойдут для зимнего хранения или зарядки аккумуляторов мотоциклов, моторных лодок и т. п.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКБ

Поскольку основной задачей аккумулятора является питание стартера при сохранении достаточного напряжения для работоспособности систем зажигания и питания, маркировка АКБ содержит показатель ССА (англ. Cold Cranking Amperes) — ток холодной прокрутки. Он оценивается способностью нового полностью заряженного аккумулятора при температуре -18°C непрерывно вращать стартер в течение 30 секунд, поддерживая при этом напря-

жение 7,2 вольта. Для автомобилей и легких грузовиков, как правило, ССА варьируется в диапазоне от 300 до 800. Более дорогие аккумуляторы могут иметь ССА до 1000.

Другая оценочная характеристика аккумулятора RC (англ. reserve capacity) — резервная емкость. Она определяется по способности АКБ питать электросистему автомобиля в случае отказа других источников тока при условии функционирования фар ближнего света и стеклоочистителей. RC измеряется в минутах, при условии, что аккумулятор полностью заряжен, требуемый ток — 25 ампер, напряжение — не менее 10,5 вольта и температура $+27^{\circ}\text{C}$. Этот показатель варьируется в пределах от 45 до 250 и сочетается с ССА. Здесь вступает в силу старая поговорка: вы получаете то, за что платите. Чем выше показатель ССА, тем ниже RC, и наоборот.

ТИПЫ БАТАРЕЙ

Существует три типа батарей, подходящих для автомобилей и легких грузовиков, — обычные, абсорбированные (AGM) и гелевые. Поскольку от выбора аккумулятора зависит очень и очень многое, следует покупать только качественные бренды, и на этом не стоит экономить. Восстановленный или купленный в магазине уцененных товаров аккумулятор, может, поначалу и будет нормально функционировать, но все равно — рано или поздно — обязательно подведет. И, скорее всего, раньше, чем позже.

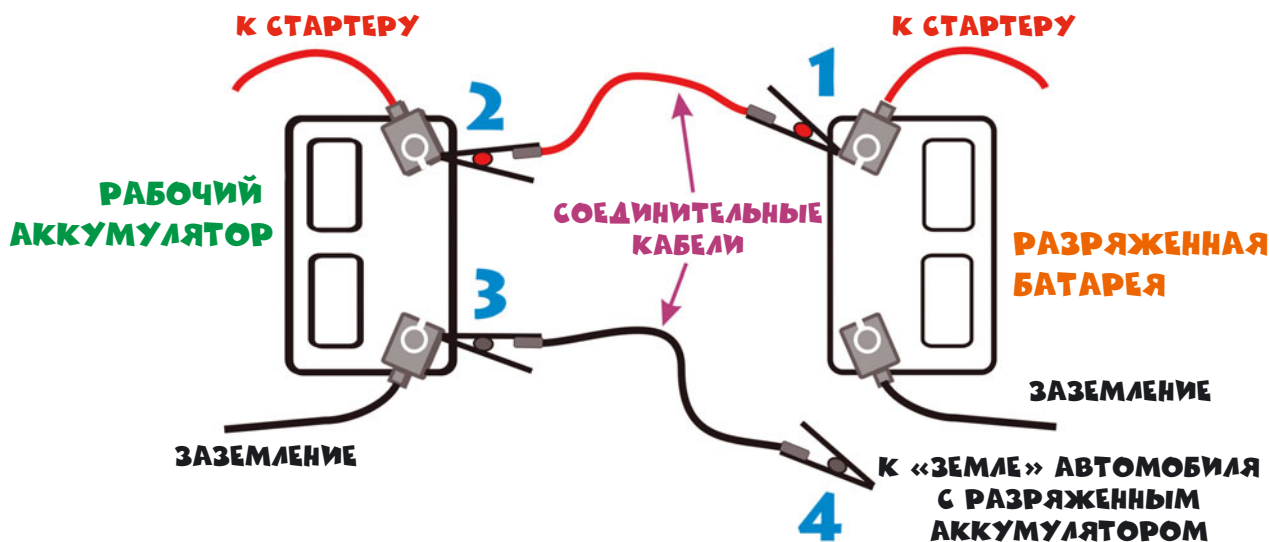


Рис. 4-4. Для безопасного запуска автомобиля от внешнего аккумулятора всегда соединяйте кабель (шаг 4) с блоком двигателя или частью автомобиля. Это будет препятствовать возникновению искры на «минусе» разряженной батареи



Зарядное устройство Moroso позволяет заряжать батареи на 12 и 16 вольт силой тока в 30 ампер. Оно может быть использовано с классическими, абсорбированными и аккумуляторами глубокого цикла. Зарядное устройство отключится автоматически, как только зарядка завершится

Обычные (классические) аккумуляторы

Иногда такие аккумуляторы называют батареями с жидким электролитом, и их устройство наиболее простое. В старые времена для изготовления пластин использовалась свинцовая сурьма, сейчас в свинец добавляют кальций. Последний предохраняет аккумулятор от быстрого саморазряда. При циклах разряда-заряда часть воды из электролита испаряется, что является причиной постепенного понижения его уровня. У каждой ячейки есть собственная горловина, через которую проверяется уровень электролита и периодически доливается дистиллированная вода, поскольку ее потеря неизбежна. При зарядании классического аккумулятора с горловин обязательно снимаются пробки, чтобы дать выход выделяющемуся водороду.

Абсорбированные (AGM) аккумуляторы

В отличие от классического типа у аккумуляторов, созданных по технологии AGM, нет свободного пространства для испарения воды, поэтому они не нуждаются в ее периодическом добавлении. Следовательно, таким АКБ не требуется техническое обслуживание, поскольку технология использует пропитанный жидким электролитом пористый заполнитель отсеков корпуса из стекловолокна. Такая конструкция дает антивибрационную поддержку пластин, предохраняя их от короткого замыкания. Кроме того, при меньших габаритах они обеспечивают ту же и даже большую пусковую мощность, чем АКБ классического типа.



Значение CCA у батареи Toyota равняется 582. Резервная емкость 125 минут. Батарея предназначена для небольшого, 4-цилиндрового мотора

Гелевые аккумуляторы

В аккумуляторах этого типа электролит представляет собой смесь серной кислоты, воды и силикагеля и в результате имеет консистенцию пасты, их конструкция сходна с классической, но с бумажными или полиэтиленовыми изоляторами, разделяющими пластины. До недавнего времени использование таких аккумуляторов не имело широкого распространения, их называли батареями глубокого цикла, и использовались они только один раз до полного саморазряда. Классические и AGM-аккумуляторы при этом имели значительно меньший срок полного саморазряда. В первую очередь гелевые аккумуляторы применялись для мобильного оборудования: инвалидных колясок, тележек для гольфа, малых мобильных средств передвижения для развлечений и отдыха и т. п.

Главный их недостаток заключался в более высоком внутреннем сопротивлении, чем в классических и AGM-аккумуляторах, и, как следствие, в низком уровне производительности. Иными словами, то, что хорошо работало на гольф-карах и гоночных автомобилях, не обязательно сможет заводить двигатель среднего или большего объема вашего автомобиля в течение длительного времени, особенно в холодную погоду.

ТЕСТИРОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ. ПРОВЕРКА ЗАРЯДА

Существует несколько способов тестирования аккумуляторов, начиная с дорогих, где используется профессиональное оборудование, и заканчивая обыкновенным мультиметром. Все методы — за исключением одного — требуют, чтобы аккумулятор был полностью

заряжен. Если речь идет об аккумуляторе обычного типа, с его заливных отверстий снимаются пробки, и плотность электролита определяется ареометром.

Некоторые магазины запчастей до сих пор предлагают эти приборы, но в связи с сокращением их производства найти их становится все труднее и труднее. В настоящее время абсолютное число АКБ относится к необслуживаемому типу, поэтому горловин для проверки плотности с помощью ареометра у них нет. Однако вместо измерения плотности электролита состояние заряда как на необслуживаемом, так и на обслуживаемом аккумуляторе можно определить, измеряя напряжение разомкнутой цепи. Перед выполнением теста батарея должна «отдыхать» не менее 10 минут. Перед тестом убедитесь, что все электриче-

ские нагрузки отключены. Подсоедините мультиметр непосредственно к клеммам батареи и измерьте значение напряжения. Уровни заряда АКБ представлены в таблице на с. 66.

Если заряд аккумулятора составляет меньше 75%, то для прохождения дальнейшего тестирования он должен быть подзаряжен. Если и после зарядки его напряжение не повысится до 12,06 вольт и выше, аккумулятор подлежит замене. Если заряд АКБ более 75 процентов, то перед проведением дальнейших испытаний необходимо удалить поверхностный заряд. (Все указанные значения испытательного напряжения батареи предназначены для 12-вольтовых батарей; при тестировании 6-вольтовых батарей спецификации напряжения разделить на два.)



После прокрутки двигателя в течение 10 секунд и продолжающейся прокрутки стартера батарея показывает 10,46 вольт, которые указывают на то, что она в хорошем состоянии

Измерение напряжения в разомкнутой цепи является точным методом определения состояния заряда батареи. Перед выполнением тестирования удостоверьтесь, что вся электрическая нагрузка снята

ЗАВИСИМОСТЬ СОСТОЯНИЯ ЗАРЯДА И НАПРЯЖЕНИЯ

Состояние заряда	Напряжение для 12 V АКБ	Напряжение для 6 V АКБ
100%	12,65	6,32
75	12,45	6,21
50	12,24	6,12
25	12,06	6,02
Разряд	11,89	5,93



Портативные тестеры аккумуляторов позволяют проверить нагрузку на батарею без использования стартера. Модель слева OTC's Stinger (номер 3180) позволяет создать нагрузку в 100 ампер. Более продвинутая модель (номер 3181) позволяет нагрузить батарею на 130 ампер и использовать ее с различными типами аккумуляторов, вне зависимости от расположения контактов

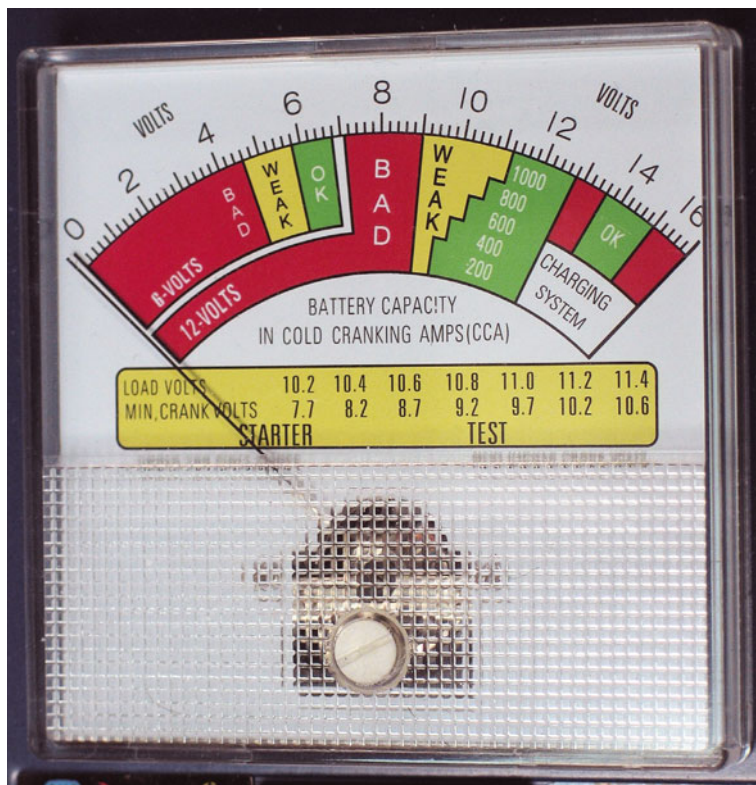
ДИНАМИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА АККУМУЛЯТОРА

Удалить поверхностный заряд можно включением стартера. Следует отключить систему зажигания и систему электронного впрыска (если автомобиль ей оборудован). Проще всего это сделать, удалив из коробки соответствующий предохранитель. На карбюраторных автомобилях нужно отсоединить провод, идущий с катушки на крышку прерывателя-распределителя (трамблера), и замкнуть его на «массу», используя соединительный провод как перемычку. Если на автомобиле электронная система зажигания, нельзя просто отсоединить провод катушки и дать разряду «мотаться» по системе; модуль зажигания может сгореть, если искра не имеет заземления. Прокрутите двигатель в течение 15 секунд и на 15 секунд выключите. Это позволит удалить поверхностный заряд. Не отсоединяя вольтметра, снова прокрутите двигатель на 15 секунд и считайте показания прибора непосредственно перед остановкой стартера. При хорошем аккумуляторе мультиметр должен показать не менее 9,6 вольт при температуре около +20 °С. Если тестирование происходит в холодных условиях — предположим, около +5 °С, минимальным значением следует считать 9,3 вольт. Если значения напряжений окажутся ниже указанных, то аккумулятор слабый и следует ожидать проблем с запуском двигателя. Говорить о том, что он совсем плох, можно, когда в первые же секунды проворачивания двигателя напряжение падает ниже 7 вольт.

ПОРТАТИВНЫЕ ТЕСТЕРЫ АККУМУЛЯТОРОВ

Портативные тестеры аккумуляторов получают все большую популярность, и теперь их можно найти в большинстве магазинов автозапчастей. Один из них — OTC Stinger (номер 3180 по каталогу) — является примером качественного ручного тестера. Эти профессиональные приборы используются в качестве нагрузки на аккумулятор вместо стартера.

После подключения тестера к клеммам аккумулятора через выключатель подается импульс на внутреннее реле, которое нагружает АКБ током в 100 ампер. Тестер выдает показания о ее состоянии. Ток



В зависимости от значения CCA нагрузочное напряжение может варьироваться от 9,4 до 10,2, что является хорошим показателем для 12-вольтовой батареи. Тестер OTC Stinger также позволяет тестировать 6-вольтовые батареи, используя при этом другую шкалу на лицевой стороне устройства

холодной прокрутки (англ. CCA — Cold Cranking Amperes) батареи, как правило, указывается на этикетке. Если такой информации на этикетке нет, просто следуйте следующему руководству: для малого двигателя с 4 цилиндрами — 300 А (ампер), среднего 6-цилиндрового — 400 А и большого V8 — 600 А. При проведении тестирования нажмите на выключатель нагрузки в течение 10 секунд. В конце 10-й секунды, пока он еще не выключен, считайте показания на стрелке индикатора.

Если стрелка находится в зеленой зоне, у батареи нет проблем, желтая говорит о том, что они, возможно, появятся в ближайшем будущем, особенно в холодную погоду. При этом заметное движение стрелки вниз по шкале означает, что аккумулятор плохой и подлежит замене. Чтобы компенсировать изменения при тестировании в холодную погоду, шкалу измерений следует корректировать. Например, при измерении при +10 °С полученное значение должно быть меньше номинального (указанного на этикетке) на 100 А. Описанный метод проверки необходимо

Цифровые тестеры аккумуляторов также могут протестировать разряженные батареи. Тестер использует ее емкость, для того чтобы определить, все ли в порядке. Такие устройства стоят дорого и применяются лишь профессионалами



осуществлять только при полностью заряженном аккумуляторе.

А вот тестерам профессионального класса доступна проверка даже полностью разряженных АКБ. Эти цифровые приборы считывают значения внутреннего сопротивления аккумуляторов вне зависимости от степени их заряженности. Внутреннее сопротивление является показателем способности батареи произво-

дить ток. Чем ниже внутреннее сопротивление, тем большую силу тока способен выдать аккумулятор.

Тестеры этой категории также могут оценить, частично или полностью разряжена АКБ, вне зависимости, находится ли АКБ в автомобиле или вне его. У этих приборов один недостаток — стоимость, и применяются они обычно только профессиональными техниками.

ГЛАВА 5

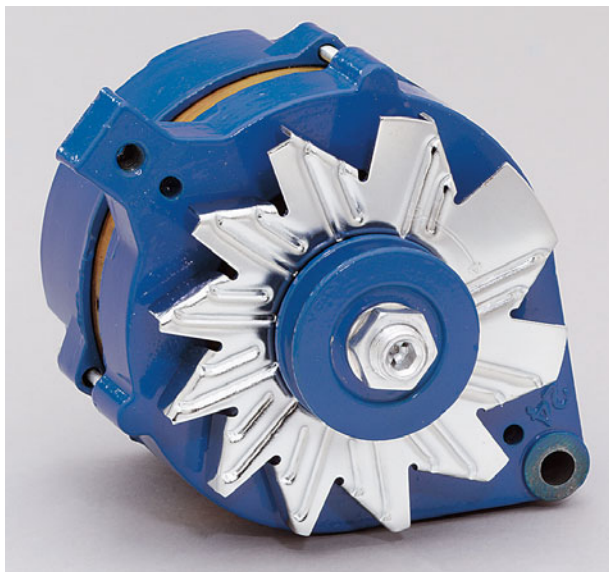
СИСТЕМА ЗАРЯДКИ И ПУСКА

СИСТЕМА ЗАРЯДКИ

Предыдущая глава была посвящена автомобильным аккумуляторам и зарядным устройствам в целом. В этой главе фокус внимания смещается на другой автомобильный источник питания, тоже служащий зарядным устройством для аккумулятора, — широко известный генератор переменного тока (в совсем старых моделях — постоянного тока). Система зарядки — это сердце и душа всей электрической системы автомобиля. Без надежной системы зарядки ничего из того, что требует в автомобиле электричества, не проработает долго. В начале 1900-х, прежде чем аккумуляторы стали устанавливаться на автомобили и мотоциклы, только системы зажигания требовали электричество для работы. Для этого использовали магнето — маленький генератор, способный обеспечить током только катушку зажигания. Но, как только появились фары и стартеры, их обслуживание легло на аккумуляторы, и потребовалось поддерживать их заряд. До начала 1960-х эту задачу решал генератор постоянного тока (англ. generator), пока Chrysler не ввел в эксплуатацию автомобили с генератором переменного тока (англ. alternator). К середине 1960-х большинство генераторов постоянного тока были сняты с производства. Последним производителем автомобилей, использовавшим генераторы постоянного тока, был Volkswagen в 1973 году.

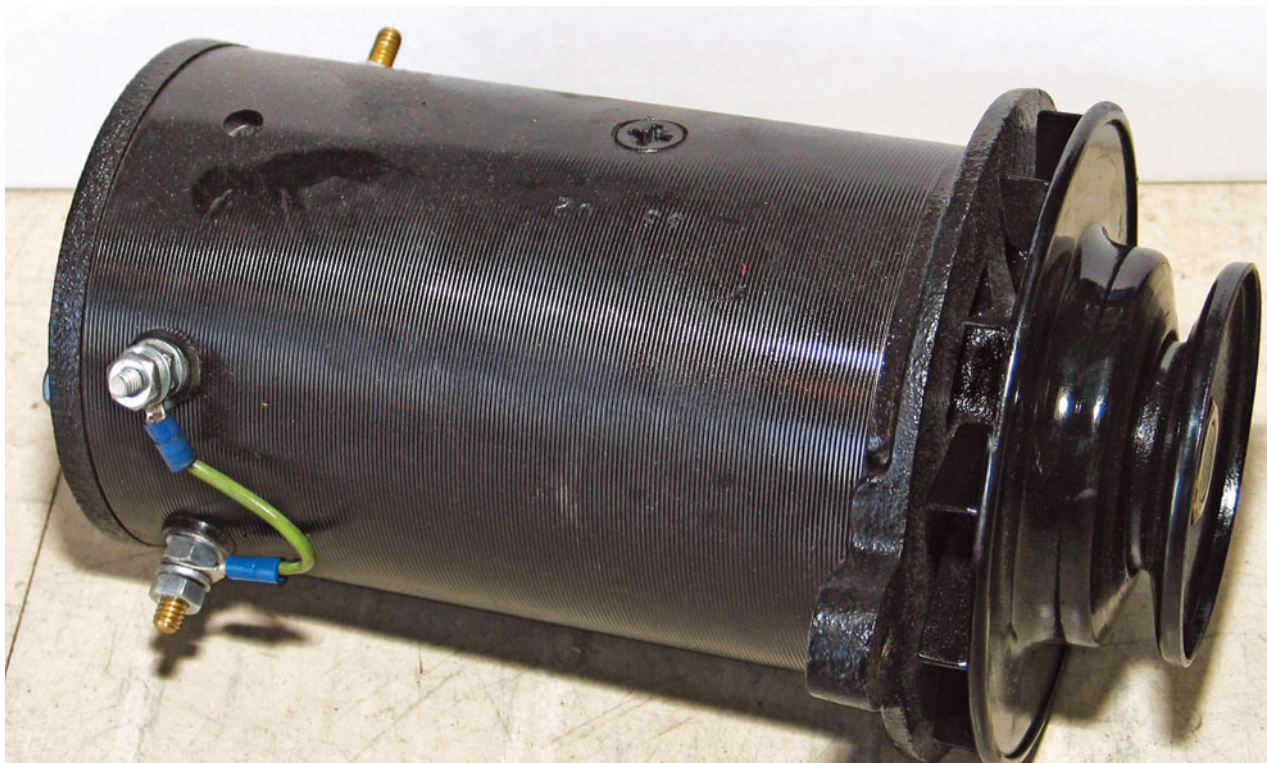
В середине 1960-х генераторы переменного тока были новой технологией и, возможно, появились только благодаря введению полупроводниковой электроники, такой как диоды и транзисторы. Поскольку новый генератор должен был преобразовывать переменный ток в постоянный, диод проявил себя самым экономичным средством выполнения этого процесса. Правда, ранние генераторы использовали и механические регуляторы напряжения, но совсем скоро их полностью вытеснили полупроводники. В начале 1980-х Chrysler включил функцию стабилизации напряжения системы зарядки в бортовой компьютер, при этом компьютерная программа самодиагностики стала выявлять неполадки и идентифицировать их в виде кодов неисправностей (кодов ошибок). На сегодняшний день абсолютное большинство автопроизводителей для управления, контроля и диагностики системы зарядки используют компьютеры.

Сама система зарядки служит двум главным целям: зарядка АКБ и питание всех электрических компо-



Генератор переменного тока на 80 ампер появился в автомобилях GM в 1972–1979 годах. Аналогичная модель на 65 ампер появилась в автомобилях Ford в 1961–1986 годах. Данная модель является заводской и может быть другого цвета

нентов после запуска двигателя. Само собой, система должна обладать достаточной мощностью для того, чтобы удовлетворить все энергетические потребности транспортного средства. Оба вида генераторов — как постоянного тока, так и переменного — рассчитываются с некоторым запасом. Если общий потребляемый автомобилем ток 55 ампер (включая потребность зарядки аккумулятора), система зарядки должна производить, по крайней мере, не меньший ток, чтобы аккумулятор гарантированно оставался в заряженном состоянии. Поскольку производители не хотят допускать, чтобы системы зарядки работали при максимальной выходной мощности в течение длительных периодов времени, они устанавливают более мощные генераторы. На транспортном средстве с суммарной потребляемой мощностью 55 ампер будет использоваться генератор на 60 ампер. В том случае, когда автомобиль по тем или иным причинам потребует больше тока, чем может воспроизвести система, недостаток будет компенсировать аккумулятор до полной своей разрядки. Естественно, этот процесс ускоряется, если в системе зарядки имеются неполадки.



Генераторы постоянного тока ограничены максимальными значениями силы тока, потому что вся она должна пройти через щетки генератора. Большинство из них может выдать 25–40 ампер, что недостаточно для современных автомобилей

ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Говоря совсем просто, генераторы производят электричество с помощью магнита и катушки из проволоки. Любой магнит имеет северный и южный полюсы, которые создают вокруг него невидимое поле. Когда катушка вращается между двумя магнитами, в проволоке индуцируется напряжение. Если катушка будет стоять на месте, а вращаться начнут магниты, мы получим тот же результат. Это явление называется электромагнитной индукцией. В простейшем генераторе магниты расположены таким образом, что разноименные полюсы обращены друг к другу и разделены воздушным зазором. Магнитная сила от одного магнита преодолевает разрыв воздуха и распространяется на другой магнит. Когда катушка помещается между двумя стационарными магнитами и начинает вращаться, магнитные линии периодически прерываются. Каждый раз, когда это происходит, возникает напряжение и ток индуцируется в проводах катушки. Когда катушка поворачивается на 180 градусов, силовые линии разрываются в противоположном направлении и ток индуцируется в обратном направлении. Это реверсивное движение тока называется

переменным (англ. AC — alternate current). Оба вида генераторов производят переменный ток, но электрические системы автомобиля используют только постоянный (англ. DC — direct current). Следовательно, переменный ток нужно преобразовать в постоянный, что и осуществляют оба вида генераторов, только разными способами. Генератор постоянного тока производит электрический ток при вращении витков проволоки в стационарном электромагнитном поле. Множество мотков проволоки (обмотка генератора) обернуты вокруг пластинчатого сердечника, называемого якорем, который вращается с помощью приводного ремня от коленчатого вала двигателя. Концы каждого витка проволоки изолированы и соединены с медными сегментами (ламелями), расположенными по окружности вокруг конца вала якоря (эта конструкция иначе именуется коллектором генератора). Стационарные периферийные магниты внутри генератора на самом деле являются электромагнитами в форме мотков проволоки, обернутых вокруг намагниченных колодок, прикрепленных к внутренней стороне корпуса генератора. Они называются катушками возбуждения и питаются от батареи, когда зажигание включено. Как только дви-

гатель запущен, генератор начинает самостоятельно питать катушки возбуждения. При вращении якоря напряжение переменного тока производится, а затем преобразуется в напряжение постоянного тока с помощью двух щеток генератора на основе графита, которые при соприкосновении с вращающимися ламелями действуют как механические переключатели. Щетки генератора смонтированы под углом 180 градусов относительно друг друга, что позволяет каждой из них контактировать только с одним сегментом якоря одновременно. Поскольку каждая проволочная петля вращается, при каждом полуобороте небольшое напряжение переходит в щетки, а затем в электрическую систему автомобиля. Поскольку ламели вращаются быстро сквозь щетки, выходное напряжение является постоянным.

Коллектор, таким образом, играет роль выпрямителя. Однако процесс выпрямления тока коллектором связан с искрением под щетками, которое вызывает повышенный износ коллектора и щеток, особенно при большой частоте вращения обмотки.

Коллекторы как 12-вольтных, так и 6-вольтных генераторов постоянного тока могли проводить ток весьма ограниченного уровня. Мощные генераторы постоянного тока могли выдавать около 50 ампер, в то время как типичный более компактный генератор переменного тока свободно вырабатывает от 25 до 45 ампер.

РЕГУЛЯТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

При вращении генератора постоянного тока выходные значения силы тока и напряжения увеличиваются, и, если не остановить этот процесс, возрастание будет происходить до тех пор, пока не приведет к саморазрушению генератора. Во избежание этой неприятности генераторы оснащены внешним механическим регулятором напряжения, который управляет как напряжением, так и силой тока. Когда выходное напряжение становится слишком высоким, стабилизатор напряжения отключает обмотку возбуждения. Внутри регулятора напряжения размещается калиброванный электромагнит, который включает или отключает обмотку возбуждения со скоростью 200 раз в секунду.

При отключении тока возбуждения перестают существовать магнитные линии, пересекаемые внутри генератора, и он прекращает вырабатывать ток. Как только напряжение падает, регулятор подключает обмотки.

Включая и выключая обмотку возбуждения, регулятор напряжения держит выходное напряжение на постоянном уровне, несмотря на то что нагрузки внутри электросистемы автомобиля могут меняться. Если аккумулятор разряжен или электросистеме потребовался дополнительный ток, регулятор напряже-

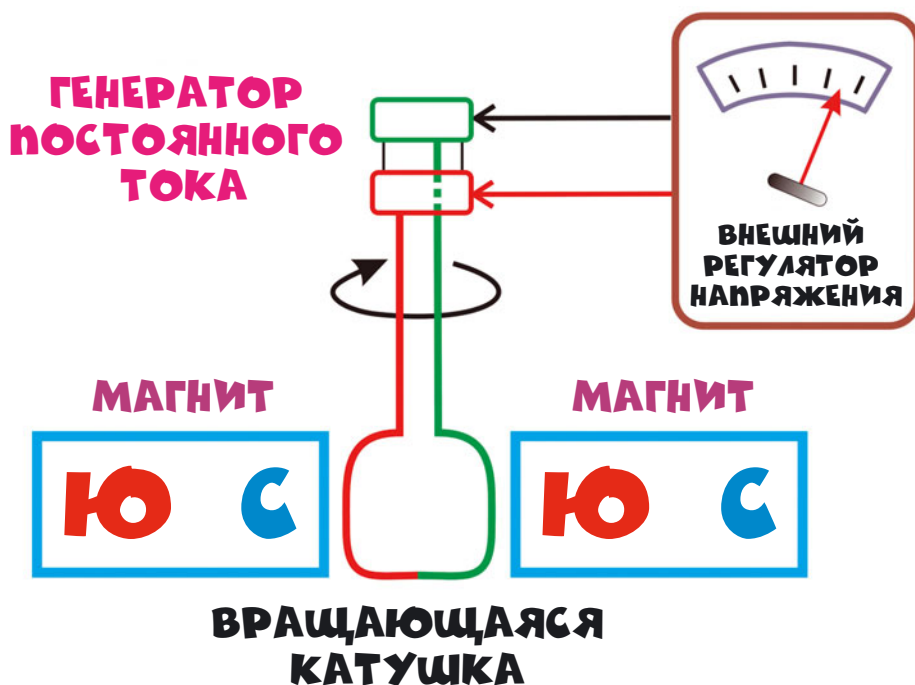
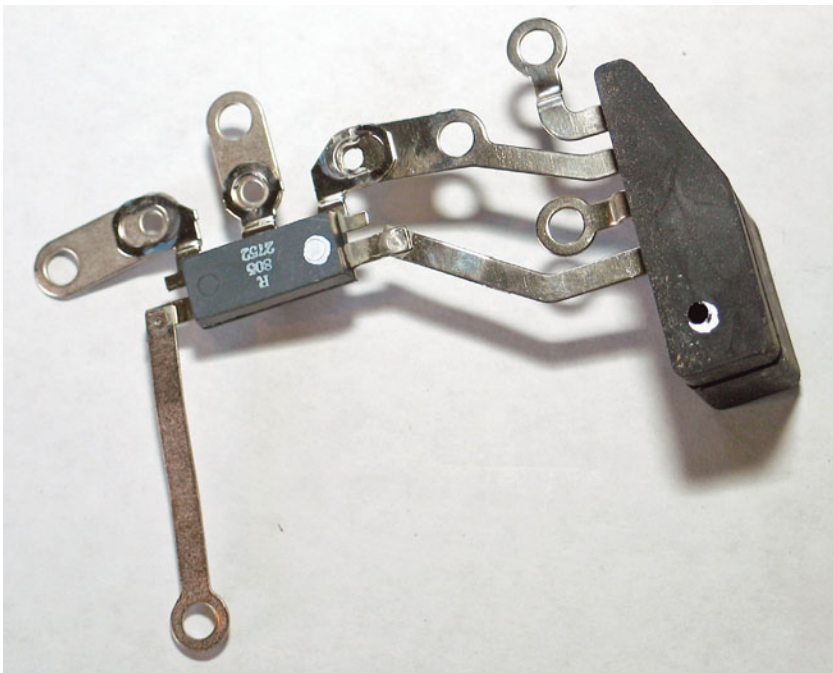


Рис. 5-1. Оба вида генераторов работают схожим образом. Между двумя магнитами находится вращающаяся катушка. Поскольку невидимые линии магнитной силы прерываются, в проводах катушки возникает ток и напряжение

Эти три диода, расположенные в генераторе переменного тока, используются в качестве преобразователей постоянного тока в переменный. Поскольку диоды нагреваются во время работы, для их охлаждения используется внешний вентилятор



ния будет следить, чтобы генератор не «отставал» от требований нагрузок. В дополнение к этому регулятор напряжения ограничивает силу тока, вырабатываемого генератором. Как только сила тока увеличивается, регулятор отключает обмотку возбуждения и ограничивает выходной ток.

У регулятора напряжения есть еще один дополнительный компонент — реле-выключатель, который предотвращает разряд аккумулятора через обмотку генератора, когда зажигание выключено или двигатель работает на холостом ходу. Если бы его не было, генератор всегда забирал бы энергию на себя.

Регуляторы более старого поколения могли быть откорректированы путем загиба металлических скобок, на которых держались пружины контактов. Скобки были устранены и заменены на нерегулируемые крепления. А это означало, что если напряжение становилось слишком низким или высоким, регулятор следовало менять. В то время как современные электронные регуляторы напряжения не регулируются и используют контактные группы, а вместо пружин и катушек диоды и транзисторы.

ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Разработка полупроводникового устройства, названного диодом, привела к широкому использованию генераторов переменного тока, которые стали применять с начала 1960-х годов. Диод, как односторонний электрический клапан, позволял току проходить



Этот генератор переменного тока Summit выдает 140 ампер. Сверхпрочный внутренний регулятор напряжения с подшипниками приспособлен для вывода тока высокого напряжения

только в одну сторону, но не пускал в другую. Диоды внутри генератора преобразуют переменный ток и напряжение в постоянные с помощью выпрямления. Генератор переменного тока производит ток по такому же принципу, как и генератор постоянного, путем использования магнита и витков проволоки. Тем не менее основное различие между двумя типами генераторов — относительное расположение магнитов и катушек провода. Генератор переменного тока имеет вращающийся магнит и стационарные катушки, в то время как генератор постоянного тока использует вращающиеся катушки и стационарные магниты или обмотки возбуждения. Кроме того, ротор внутри



Под снятым ротором можно заметить щетки генератора. Они сделаны из углерода и пружинят, таким образом вступая в контакт с вращающимися кольцами генератора, когда генератор начинает работать



Статор генератора переменного тока состоит из трех независимых обмоток. Ротор быстро вращается в статоре, создавая напряжение и ток в обмотке статора (или катушке)



Ротор генератора состоит из железного сердечника, установленного на валу с катушкой провода, обернутого вокруг него, заключенной между двумя полюсными чугунными наконечниками. Кольца скольжения, передающие напряжение катушке, находятся справа

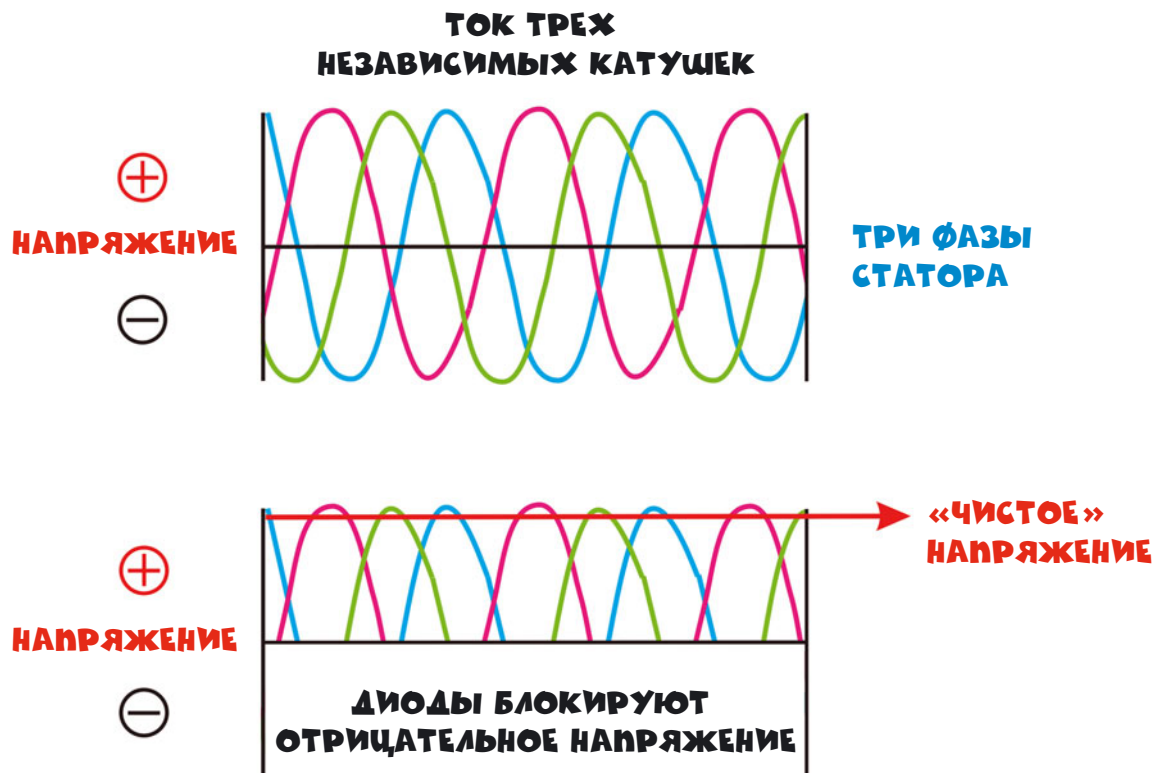
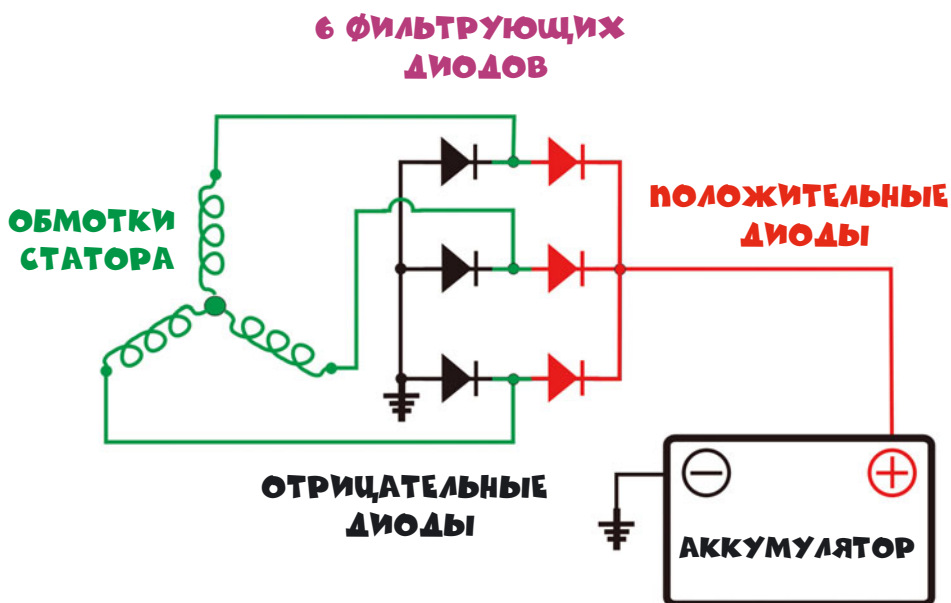


Рис. 5-2. График сверху представляет выход напряжения от трех катушек статора. Напряжение для каждой катушки (фазы) чередуется между положительным и отрицательным зарядом. Диаграмма ниже показывает эффект присутствия отрицательных блокировочных диодов напряжения в цепи статора. Только отрицательная часть выхода напряжения спирали статора заблокирована, и получающееся напряжение изменено в постоянное напряжение

Рис. 5-3. Этот схематический рисунок иллюстрирует, как каждое выходное напряжение катушек статора соединяется с парой диодов. Только положительное напряжение может достигнуть аккумулятора, поскольку все проходит через три положительных (красных) диода



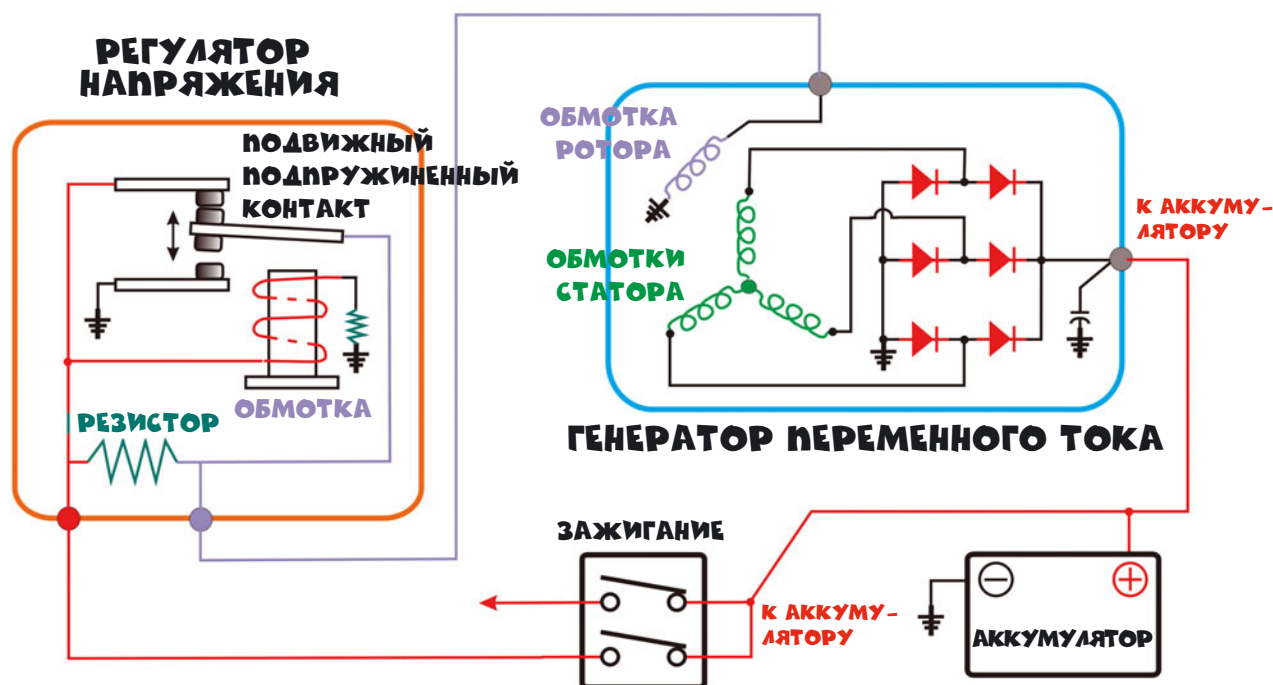


Рис. 5-4. Первые генераторы переменного тока использовали внешние механические регуляторы напряжения для управления катушкой ротора. При включении или выключении катушки генераторы устанавливали выходное напряжение на заранее отрегулированный уровень

генератора переменного тока занимает место якоря. Ротор состоит из железного сердечника, установленного на валу с катушкой провода, который обернут вокруг нее, а катушка, в свою очередь, заключена между двумя полюсными чугунными наконечниками. Два конца катушки подключены к паре медных колец скольжения на одном конце вала ротора. Эти контактные кольца находятся в контакте с двумя угольными щетками, одна из которых запитана на «массу», а другая присоединена через клемму обмотки возбуждения генератора к регулятору напряжения. В отличие от сегментного строения в генераторе постоянного тока, контактные кольца на генераторе переменного тока являются непрерывными. Величина тока, проходящего через контактные кольца, намного ниже, чем то, что проходит через щетки в генераторе постоянного тока. В отличие от щеток генератора постоянного тока, щетки генератора переменного тока обычно имеют значительный срок службы; другие внутренние компоненты — подшипники и диоды — обычно служат меньше.

В генераторе переменного тока используются три независимые катушки, входящие в общую обмотку статора. Статорные катушки установлены внутри генератора и окружают ротор. При вращении ротора в каждой из катушек индуцируется собственное

напряжение. На выходе статора — переменное напряжение, которое изменяется вверх и вниз между отрицательным и положительным значениями в повторяющихся циклах.

Диоды представляют собой полупроводниковые приборы, не содержащие подвижных частей. Они предназначены для блокировки отрицательного напряжения.

Каждый конец всех статорных катушек заведен на два диода — на положительный и на отрицательный. Противоположные концы катушек симметрично соединены друг с другом в форме буквы **Y** («звездой»).

Не все генераторы переменного тока собраны таким образом, но в своем подавляющем большинстве именно так. Сама конструкция генератора не имеет особого значения, все они функционируют подобным образом: при помощи свойства диодов пропускают ток в одну сторону, блокируют отрицательный выход напряжения от каждой катушки и выдают электросистеме автомобиля только положительное напряжение.

Поскольку в статоре содержится три катушки, у генератора трехфазный выход. Фазы накладываются друг на друга, выдавая на выходе (более или менее) равномерный постоянный ток. В электротехнике этот



Поскольку движущиеся части отсутствуют, этот транзисторный регулятор напряжения способен переключаться до 7000 раз в секунду. Старые механические регуляторы напряжения могли переключаться около 200 раз в секунду, требовали периодического обслуживания и истирались со временем



В некоторых системах зарядки генераторы оснащаются собственными встроенными регуляторами. Эти системы часто называют интегральными. Генератор со встроенным регулятором представляет собой одно устройство, но зачастую их можно обслуживать отдельно

процесс называют выправлением переменного напряжения.

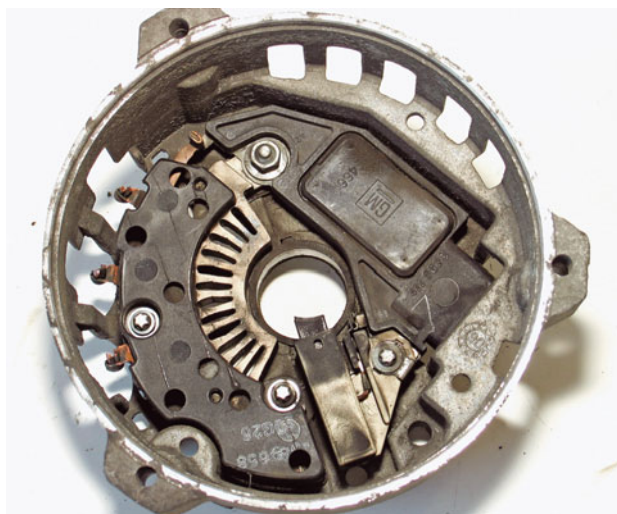
В схеме генератора используются шесть диодов — по два на каждую выходную фазу. Все диоды установлены на контактном кольце в заднем торце корпуса генератора. Отрицательные диоды крепятся к корпусу генератора, а положительные вмонтированы в жаростойкий корпус и изолированы от «массы», поскольку подвержены нагреву. Диоды сильно нагреваются, поэтому внешний вентилятор используется для охлаждения, создавая воздушный поток внутри генератора (в некоторых моделях генераторов используются также внутренние вентиляторы).

МЕХАНИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ НАПЯЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Так же, как генераторам постоянного тока, генераторам переменного тока нужны стабилизаторы напряжения для регулирования напряжения и тока на выходе. Ранние генераторы переменного тока использовали для этой цели внешние механические регуляторы напряжения. Чтобы регулятор напряжения управлял выводом генератора переменного тока, он

должен изменять сопротивление между аккумуляторной батареей и обмоткой ротора. По мере того как регулятор увеличивает сопротивление цепи ротора, магнитное поле, создаваемое ротором, уменьшается. В результате меньшее напряжение возникает в обмотке статора. За счет ограничения напряжения, достигающего обмоток статора, ток контролируется. Рисунок 5-4 показывает, как механический контактный регулятор контролирует ток генератора переменного поля.

Регулятор напряжения, по сути, регулирует время питания обмотки ротора генератора от аккумуляторной батареи. Когда ключ зажигания включен, ротор напрямую подключен к аккумулятору автомобиля через верхний контакт регулятора (см. рисунок 5-4). Так как выходное напряжение генератора переменного тока увеличивается, обмотка внутри регулятора создает магнитное поле. При заданном уровне напряжения поле тянет подвижный подпружиненный контакт вниз, пока он не коснется нижнего контакта. Таким образом, отключается питание ротора. При отсутствии тока магнитное поле ротора также отключается, и выходное напряжение генератора прерывается. При падении напряжения в системе обмотка отпускает подвижный контакт. Кон-



Встроенный регулятор напряжения (справа вверху) на генераторе GM. Диоды расположены слева, скользящие кольцевые щетки в центре

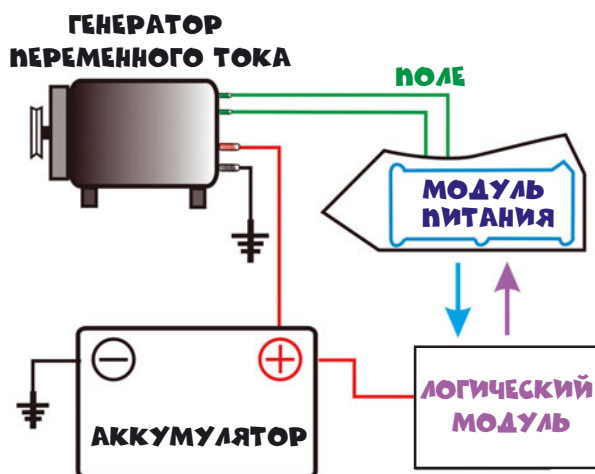
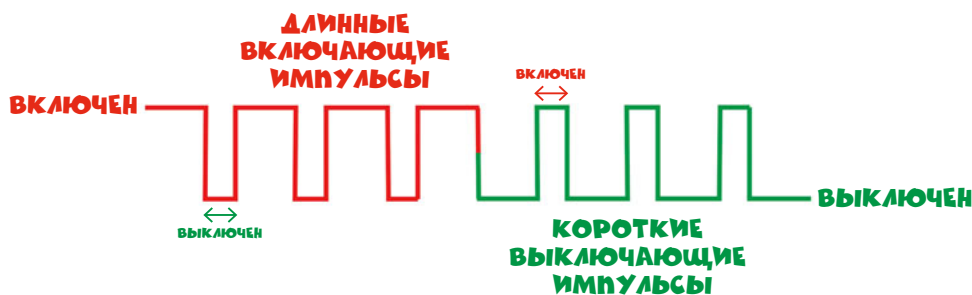


Рис. 5-5. Chrysler стала первой использовать автомобильный компьютер для управления системой зарядки, состоящий из двух модулей – логического и модуля питания. Логический модуль учитывал напряжение аккумулятора и управлял модулем питания. Модуль питания служил в качестве регулятора напряжения. Эти системы учитывали температуру окружающей среды и в холодную погоду повышали напряжение, а в теплую уменьшали

РАБОЧИЙ ЦИКЛ ЗАРЯДКИ



такт при помощи пружины возвращается в верхнюю точку, и напряжение батареи снова поступает для питания обмотки ротора. Подвижный контакт внутри регулятора перемещается от одного положения до другого со скоростью примерно 200 раз в секунду. В результате этого процесса выходное напряжение поддерживается в заданных параметрах. Рисунок 5-4 показывает простой регулятор, через который ток возбуждения поступает непосредственно от замка зажигания. Другие конструкции регулятора используют для подключения питания ротора реле возбуждения. Когда генератор начинает вращаться, в об-

мотке статора возникает небольшое напряжение, которое замыкает контакты реле. Реле обеспечивает питание цепи ротора, пока двигатель работает и генератор вращается. При отсутствии тока от генератора контакты реле разомкнуты, и питание на ротор не поступает.

Регуляторы напряжения, используемые в генераторах переменного тока, не требуют реле-выключателя, как на генераторах постоянного тока, так как диоды внутри генераторов переменного тока выполняют их функцию, позволяя току течь только в одном направлении — от генератора к аккумулятору.

Рис. 5-6. Цифровой сигнал от логического модуля Chrysler. Непрерывный цифровой сигнал включающих и отключающих импульсов, которые прерывали цепь «регулятор — «масса»

Модуль питания Chrysler разработан таким образом, что весь воздух, поступающий в двигатель, проходит через его пластмассовый кожух. Часть этого воздуха охлаждает электронику компьютера, включая полевой транзистор, который управляет генератором переменного тока внутри автоматического модуля



ТРАНЗИСТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Транзисторные электронные регуляторы напряжения выполняют те же функции, что и механические регуляторы, за исключением того, что транзистор занимает место катушек и контактных пар. Почти все внешние электронные регуляторы основаны на включении и выключении обмотки возбуждения. Скорость переключения у них несравнимо выше — около 7000 раз в секунду против 200 у механических. Очевидно, что электронные регуляторы обеспечивают гораздо лучшее управление и обходятся без подвижных частей. Хотя это не совсем верно, поскольку первые электронные регуляторы использовали реле возбуждения, установленное рядом на единой монтажной плате. Кроме того, некоторые регуляторы от Chrysler чувствительны к температуре окружающей среды: в холодную погоду они повышают напряжение, а в теплую — понижают.

ВСТРОЕННЫЕ И УПРАВЛЯЕМЫЕ КОМПЬЮТЕРОМ РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

В некоторых системах зарядки генераторы оснащаются собственными встроенными регуляторами. Эти системы часто называют интегральными. Автомобильные производители начали использовать такие конструкции еще в 1973 году, прежде всего в целях сокращения расходов и экономии места. Встроенные регуляторы напряжения работают по тому же принципу, что и транзисторные. Многие последние модели генераторов от General Motors имеют только один

провод, идущий от аккумулятора к генератору, что сделало их идеальными с точки зрения проектирования транспортных средств. В разработке и технологиях зарядных систем Chrysler всегда выступал в роли новатора. Эта компания стала первой использовать автомобильный компьютер для управления системой зарядки. С середины 1980-х управляемая компьютером система зажигания Chrysler использовала логический модуль и модуль питания для управления обмоткой возбуждения генератора переменного тока. Логический модуль учитывал напряжение аккумулятора, его температуру и обороты двигателя, а затем в цифровом виде передавал сигнал на блок питания, который управлял обмоткой возбуждения через транзистор с большой площадью переходов. Указанный транзистор, в свою очередь, посылал непрерывный цифровой сигнал включающих и отключающих импульсов, которые прерывали цепь «регулятор — масса». При высоких оборотах двигателя и небольшой нагрузке на электросистему выключающие импульсы становились длиннее. Если в цепь включался дополнительный аксессуар (обогреватель, дворники, обдув лобового стекла и т.п.), становились длиннее включающие импульсы, разрывающие связь обмотки возбуждения и «массы». Чем дольше был включенный цикл, тем большую силу тока выдавал генератор.

ИНДИКАТОРЫ ЗАРЯДКИ

Амперметры, вольтметры и индикаторы разряда (последние называют «лампочка для дурака») — все это различные инструменты, предупреждающие владельца о том, что имеются проблемы с системой зарядки.

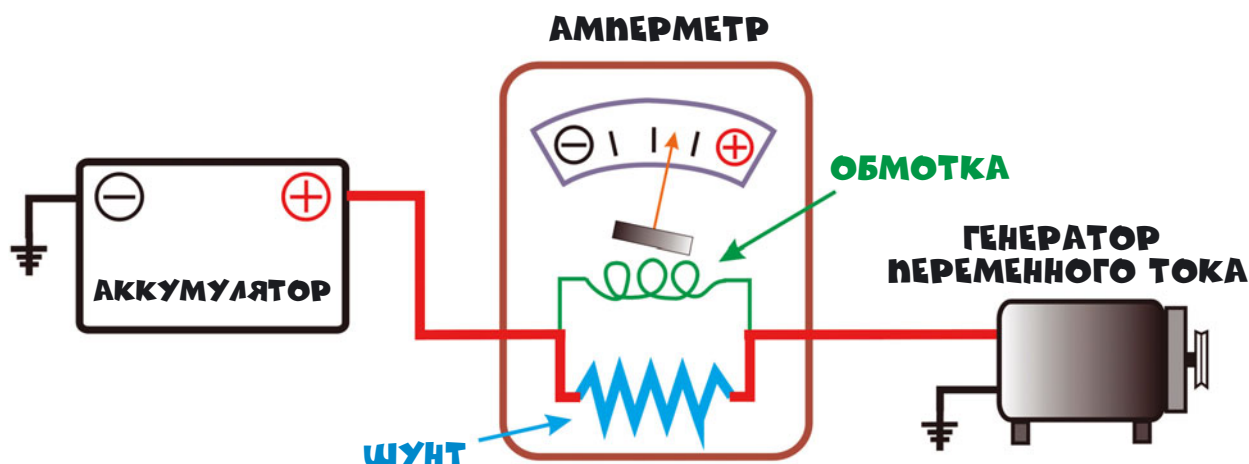


Рис. 5-7. В старых автомобилях использовались амперметры для контроля зарядной системы. Внутренний шунт амперметра проверял зарядный ток от генератора постоянного/переменного тока к аккумулятору. Амперметр использует указатель для обозначения, заряжается ли система и все работает или разряжается, поскольку аккумулятор неисправен

Амперметры в совсем старых моделях используют встроенные шунты, через которые проходит ток указанной системы. Поскольку шунты обладают малым сопротивлением, то почти весь ток через них и проходит, однако малая его часть идет непосредственно через собственную обмотку амперметра, создавая магнитное поле, которое своей напряженностью отклоняет стрелку индикатора в сторону, причем чем больший ток проходит через шунт, тем сильнее искажение показаний.

Некоторые регуляторы напряжения и генераторы специально сконструированы с учетом работы с амперметром; однако тогда они, как правило, не взаимозаменяемы с другими компонентами, входящими в систему зарядки, если те не совместимы с амперметром. На некоторых транспортных средствах амперметр и генератор соединены последовательно — если амперметр перестает работать, аккумулятор не заряжается. У автомобильных амперметров, как правило, шкала имеет положительную и отрицательную половины. Когда указатель амперметра указывает на положительный заряд, ток течет от генератора к батарее; но когда стрелка указывает в отрицательную сторону, система не производит достаточный ток для зарядки аккумулятора.

Современные автомобили почти никогда не оборудованы амперметрами, их, как правило, заменяет либо вольтметр, либо контрольная лампочка. У вольтметров, в отличие от амперметров, очень высокое сопротивление, следовательно, через них проходят очень малые токи. Они подключаются параллельно системе зарядки и измеряют ее напряжение. Малый ток, проходящий через катушку, расположенную

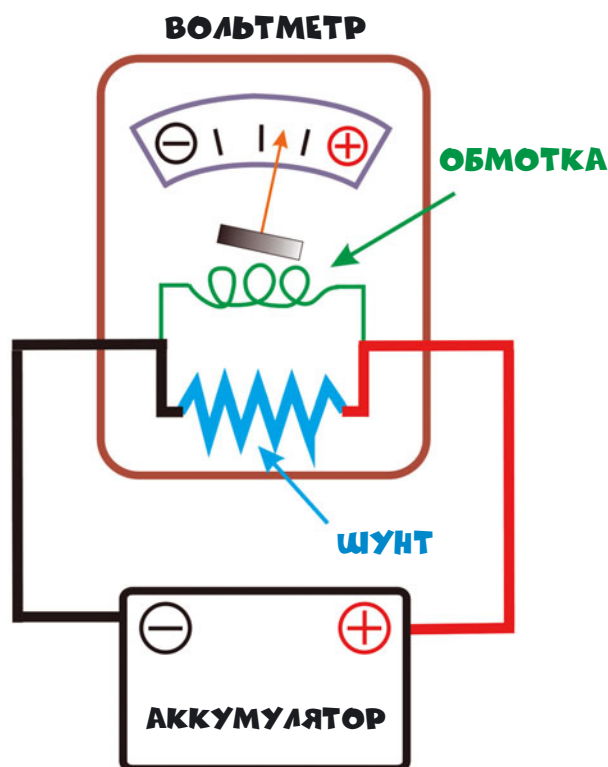


Рис. 5-8. Многие современные автомобили используют вольтметры на приборных панелях, чтобы указать, работает ли зарядная система. В отличие от амперметров приборной панели, вольтметр не подключается последовательно и почти не пропускает через себя ток

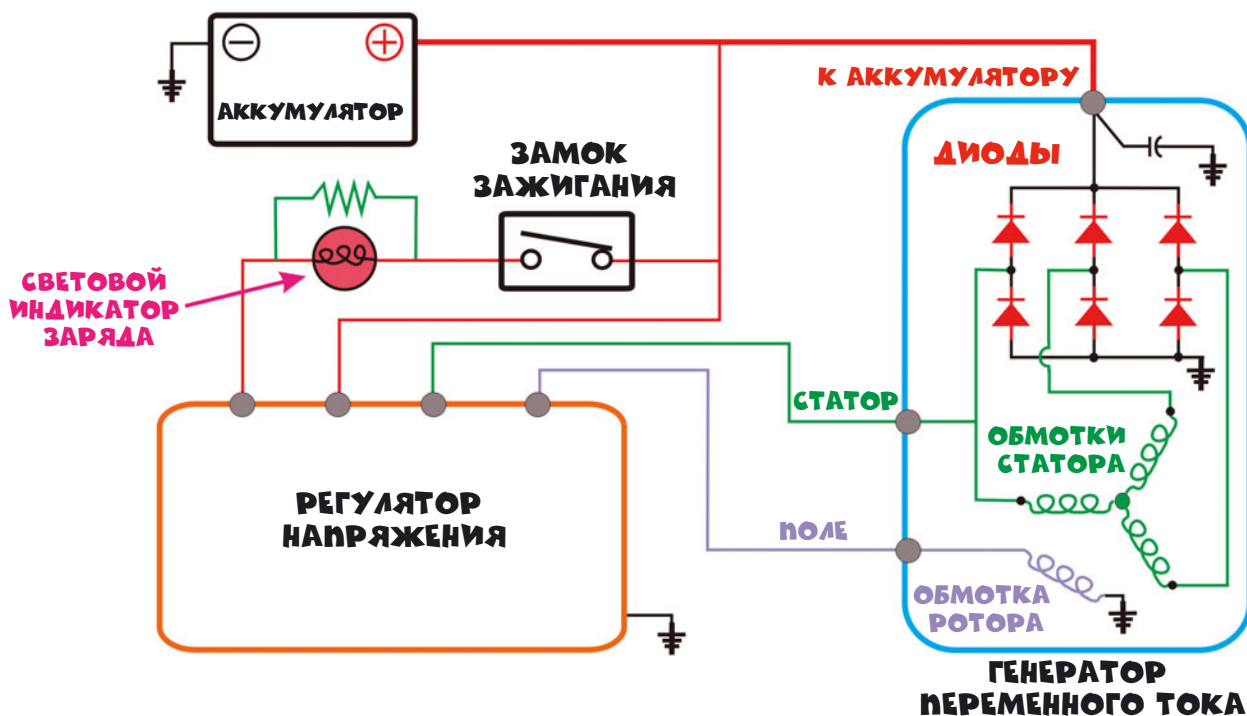
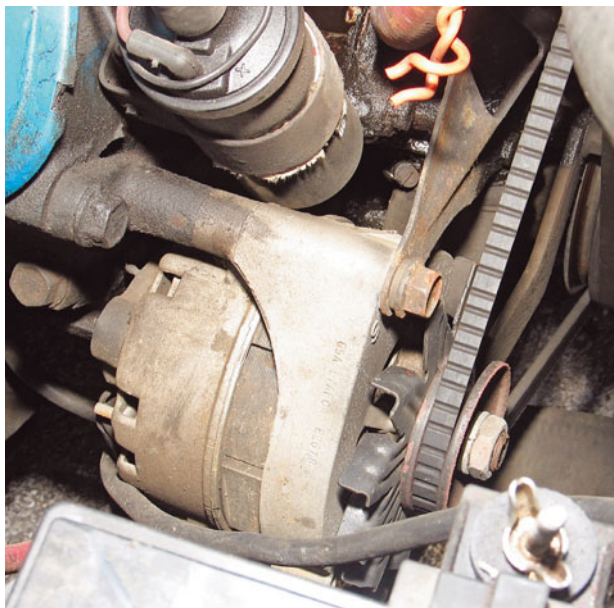
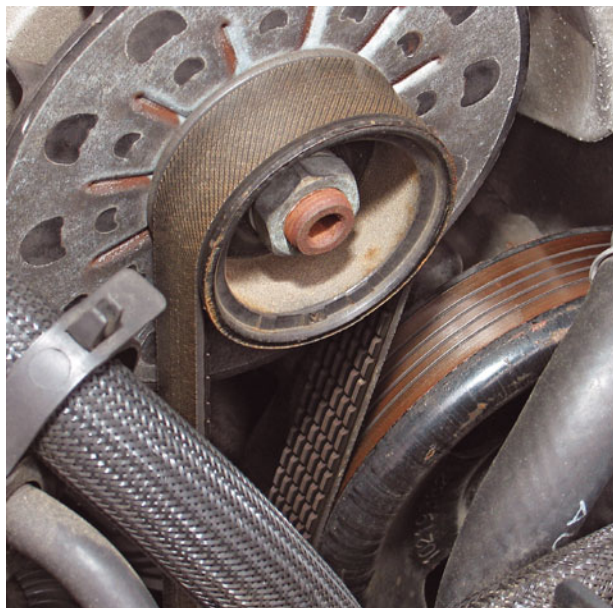


Рис. 5-9. Индикатор заряда получает питание от ключа зажигания и «земли» регулятора напряжения. Как только двигатель завелся и заработал генератор, напряжение начинает возрастать, и свет индикатора постепенно меркнет до полного угасания



Требования к натяжению ремня генератора намного строже, чем думает большинство автолюбителей. Если ремень легко перемещается в руке, то, значит, он слишком слабо натянут. В результате генератор не полностью заряжает аккумулятор



Поликлиновые ремни заменили старые V-образные. Эти ремни более надежны и могут передавать более высокий крутящий момент между двигателем и другими элементами с приводом, такими как генератор или компрессор кондиционера



Всегда читайте наклейки с предупреждениями! Эта наклейка указывает: «Аккумулятор необходимо полностью зарядить перед установкой, в противном случае можно серьезно повредить генератор переменного тока». Удостоверьтесь, что зарядили разряженную батарею, перед тем как попытаться завести автомобиль с новым генератором переменного тока

между двумя стационарными магнитами, заставляет ее отклоняться, и стрелка прибора указывает значение напряжения.

К сожалению, оба автомобильных прибора — и вольтметр, и амперметр — являются заведомо неточными. Противоречия в их показаниях стали предметом головной боли многих автодилеров, имеющих дело с особой категорией клиентов — людьми, зачастую чрезмерно обеспокоенными тем, что система зарядки перестает работать на определенных режимах. Производители автокомпонентов решили эту проблему путем перехода на контрольные лампочки (световые индикаторы заряда) и вольтметры без шкалы, имеющие лишь два значения — высокое/низкое (англ. Hi/Low).

Лампочка индикатора разряда обычно включена в цепь между контактами ключа зажигания и регулятором напряжения (или генератором). Зачастую в цепь параллельно подключен 500-омный резистор. При повороте ключа зажигания в положение «Вкл.» (англ. ON) на индикатор приходит напряжение от аккумулятора с одной стороны. С другой стороны он замкнут на регулятор напряжения и загорается, если двигатель не работает. Как только двигатель завелся и заработал генератор, напряжение начинает возрастать, и свет индикатора постепенно меркнет до полного погасания. Если в системе зарядки что-то пойдет не так (спад напряжения), регулятор замыкает индикатор на «массу», и лампочка снова загорается.



Этот 16-вольтовый аккумулятор выдает дополнительное напряжение для запуска тюнингованных двигателей. Дополнительное напряжение обеспечивает больший толчок в стартере, работающем с двигателем высокого сжатия. Этот аккумулятор также имеет специальную систему отвода, разработанную, чтобы предотвратить кислотный разрыв

К сожалению, в некоторых автомобилях индикатор будет светиться тусклым светом на холостом ходу и выключится лишь при увеличении оборотов. Этот недостаток одинаково характерен как для старых, так и для новых моделей.

ПРОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Как и большинство автовладельцев, вы, вероятно, испытывали некоторые, а может быть, даже и все нижеперечисленные проблемы. Горит лампа индикатора разряда. Вольтметр на приборной доске указывает на отсутствие зарядки. Аккумулятор за ночь оказался разряженным. Все это симптомы того, что система зарядки не справляется со своей задачей. И это случается намного чаще, чем вы можете подумать, как у любителей, так и у профессионалов. Фактически проблемы с системой зарядки возникают в связи с какой-нибудь мелочью значительно чаще, чем вследствие выхода из строя какого-либо компонента. С наибольшей вероятностью причина может крыться в генераторе, для которого характерны определенные неполадки, и их следует устранить в первую очередь, а не тратить время на бесполезные электрические тесты. Они могут заключаться в следующем (в порядке убывания по вероятности): (1) натяжение ремня генератора, (2) состояние АКБ, (3) состояние проводов, предохранителей, плавких вставок и соединений.

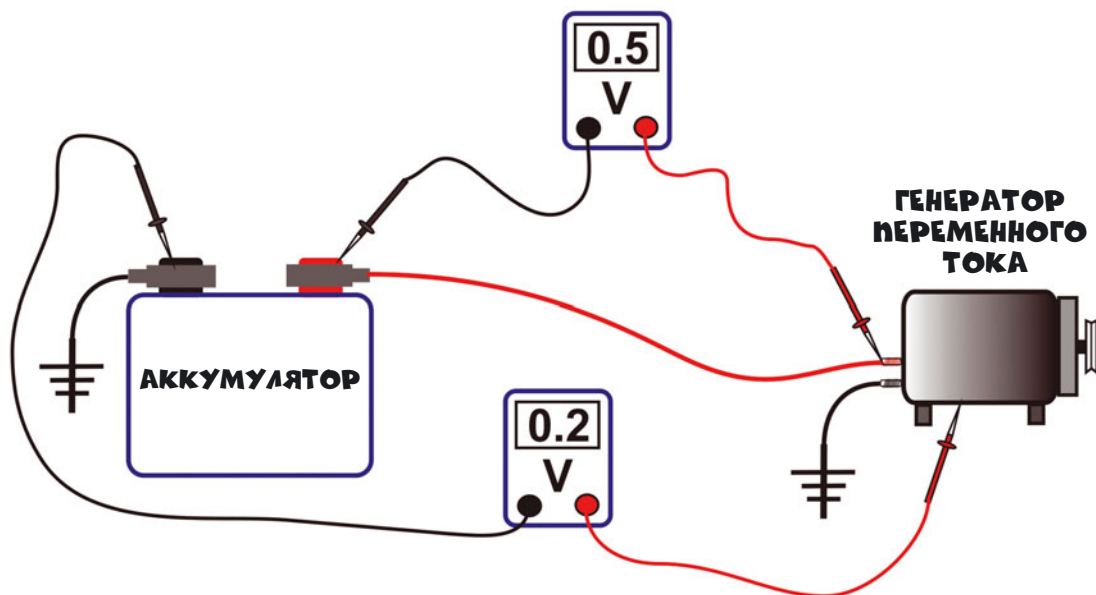


Рис. 5-10. Этот генератор переменного тока производит 80 ампер и 2000 оборотов в минуту. Снижение на 0,5 вольт между выходом генератора переменного тока и батареей является нормальным в данной ситуации. Падение напряжения на заземлении составляет 0,2 вольт, что является хорошим результатом

Натяжение ремня

Наиболее распространенная проблема отсутствия зарядки заключается в слабом натяжении ремня привода генератора. На современных автомобилях с поликлиновыми ремнями и приводами, оснащенными пружинными натяжителями, этот вопрос не стоит особенно остро. Поскольку они имеют плоский профиль с несколькими клинообразными выступами, площадь их поверхности больше, чем у стандартных клиновых ремней. Со временем на них могут появиться трещины или глянцевая рабочая поверхность, в отдельных случаях даже могут отсутствовать отдельные сегменты дорожек, что приведет к проскальзыванию. Ремень следует в любом случае проверить прежде, чем считать причиной разряженного аккумулятора неисправную систему зарядки.

Если говорить о старых моделях с клиновым ремнем, то это вообще совсем другая история. Такой ремень натягивается при установке, должен периодически проверяться на наличие трещин, местных разрушений, расслоения и глянцеваания, которое проявляется в виде блестящих участков по всей длине. Требования к натяжению ремня генератора намного строже, чем думает большинство автовладельцев. Перед тем как окончательно затянуть крепежный болт генератора, необходимо воспользоваться длинной отверткой или монтировкой, чтобы создать достаточное усилие для натяжения ремня. Не забывайте, что ослабленные крепления генератора также могут быть причиной проскальзывания. Вдобавок не обманывайтесь тем, что

наличие в системе сразу нескольких ремней отменяет процедуру проверки натяжения каждого. Например, в Cadillac Fleetwood Brougham 1988 года на приводе генератора использовано сразу три ремня. Первый приводит в действие насос гидроусилителя рулевого управления, от которого, в свою очередь, идет второй ремень для привода водяного насоса, и только от него — третий ремень для привода генератора. Даже когда ремень генератора натянут туго, если любой из двух других ослаб, генератор не заряжает аккумулятор при высоких электрических нагрузках.

Состояние аккумулятора

Если аккумулятор разрядился за ночь или — что хуже — за несколько часов, это вовсе не означает, что замена генератора обязательно решит проблему. Очевидный факт заключается в том, что отказ от тестирования аккумулятора в самую первую очередь стал причиной слишком многих необоснованных замен генератора. Даже если аккумулятор достаточно новый, это совсем не значит, что он хороший. Протестируйте его для полной уверенности и не забудьте о кабелях и соединениях, если уж вы все равно занялись этим делом (см. главу 4). Не забудьте, что перед началом процедуры проверки и (или) замены генератора АКБ должна быть полностью заряжена. Попытка завести автомобиль с новым генератором на разряженном аккумуляторе может повредить генератор в результате первоначальной высокой электрической нагрузки. Если же аккумулятор действительно вышел из строя

(менее 5 вольт без нагрузки), генератор может не посчитать его за часть цепи. Другими словами, аккумулятор рассматривается генератором с точки зрения электрики так, будто он совсем отключен от автомобиля. Поскольку генератор должен сбалансировать свое выходное напряжение против внутреннего сопротивления АКБ, то его выходное напряжение может в этом случае превысить 20 вольт. С таким напряжением на выходе генератора могут не справиться и выйти из строя и другие электрические компоненты — компьютеры и модули зажигания. Поэтому никогда не отсоединяйте аккумулятор на автомобиле, если в это время работает генератор — подобное действие может оставить приличную брешь в вашем бумажнике! По сути, отключение аккумулятора при работающем двигателе — весьма сомнительное испытание и для генератора постоянного тока. Но, поскольку такие транспортные средства не имеют легкоповреждаемых электронных компонентов, эта процедура менее рискованна.

Провода, предохранители, соединения и плавкие вставки

Прежде чем сделать вывод о неисправности генератора, всегда необходимо предварительно убедиться в исправности проводов и соединений самого генератора, а также регулятора напряжения и аккумулятора. Не подсоединенный по забывчивости разъем совсем не редкость, а плотный и неразболтанный разъем вовсе не означает его электрическую исправность. Самый простой и быстрый способ определить прочность



Зажим Fluke i410 подключен к положительной клемме генератора. Когда двигатель работает на 2000 об/мин и зажим амперметра соединен с мультиметром, принимающим показания в милливольтках, показания амперметра должны варьироваться в пределах 10% от номинальной выходной мощности по техническим параметрам генератора

и надежность связи между кабелем на задней панели генератора и положительной клеммой аккумулятора — провести тест на падение напряжения (см. главу 2).

Для выполнения этой проверки подключите красный провод вольтметра к положительной клемме генератора (к контактному болту), а черный — к положительной клемме аккумулятора, заведите двигатель и на оборотах 2000 об/мин включите все электрические нагрузки. Падение напряжения должно составлять от 0,2 вольта для 50-амперного генератора до 0,7 вольта для 100-амперного (чем выше выходная сила тока, тем больше диапазон допустимого падения напряжения). Если падение напряжения окажется более высоким, то проблема заключается в главном кабеле генератора или его соединениях. Если же на этом участке все в порядке, проведите подобную проверку на «массе» генератора. Подсоедините красный провод вольтметра к корпусу генератора, а черный к отрицательной клемме аккумулятора. Падение напряжения не должно превышать 0,2 вольта. Если оно окажется выше, то, наиболее вероятно, нет хорошего контакта в точке подключения минусового кабеля от аккумулятора к блоку двигателя. Кроме того, у некоторых генераторов есть отдельный внешний провод заземления, который также может стать причиной плохого контакта с «массой».

Плавкие вставки также могут стать причиной возникновения проблем с системой зарядки. Эти защитники цепей от перегрузок могут быть спрятаны под капотом в самых различных местах. Если на вставках наблюдаются следы нагара, трещины и прочие дефекты, они подлежат обязательной замене даже в том случае, если продолжают по-прежнему функционировать. Не забывайте предохранители под приборной панелью или под капотом при поиске потенциальных причин неполадок в системе зарядки. При поиске неисправности стоит уделить этим элементам особенное внимание. В некоторых моделях плавкие вставки стоят в цепи регулятора напряжения, и, если они перегорели, генератор вообще не будет выдавать ток. Если автомобиль использует электронную систему управления двигателем, убедитесь, что не горит индикатор CHECK ENGINE. Если такая индикация присутствует, проверьте по кодам неисправностей, не связана ли эта проблема с системой зарядки.

ОБЩАЯ ПРОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА

Перед тем как приступить к проверке генератора, следует оценить ожидаемую величину силы тока. Для этого нужно разместить зажим индукционного амперметра (токовых клещей) в положительном кабеле аккумулятора, включить фары и проверить положительное или отрицательное значение прибора. В случае отрицательного значения амперметр подключен правильно, в противном случае переверните его на



Northwest Regulator производит тестеры генераторов промышленного уровня, которые зачастую используют в сервис-центрах. Вы можете принести свой генератор для проверки, чтобы убедиться в его работоспособности

180 градусов. Поставьте ключ зажигания в положение «Вкл.» (ON), но НЕ заводите двигатель. Включите все возможные нагрузки, в том числе дальний свет фар, обогреватель (на высокой мощности), стоп-сигналы, музыку, прикуриватель и т.п. Запишите самое большое значение силы тока, отображенное на приборе, — это суммарная сила тока, которую требуют все нагрузки. При этом амперметр будет показывать отрицательное число, поскольку отсчет показаний велся со стороны аккумулятора. Теперь заведите двигатель. Генератор должен выдавать ток такой же силы (в целях безубыточности), но показания амперметра теперь будут положительными. К полученному значению нужно добавить еще 5 ампер на поддержку аккумулятора. Окончательное значение и есть тот ток, который должен выдавать генератор для работы всех аксессуаров и зарядку АКБ.

После выполнения этого теста выключите все нагрузки и снова запустите двигатель. Удерживая обороты на 2000 об/мин, снова подключите нагрузки. Если система зарядки исправна, амперметр должен показать положительное число — это подтвердит, что генератор обеспечивает ток, достаточный для поддержки всех аксессуаров и аккумулятора. Эта цифра может варьироваться в пределах 10% от номинальной выходной мощности по техническим параметрам генератора.

Для примера давайте предположим, что общая сумма тока для всех электрических нагрузок (замеренная от аккумулятора) составила 52 ампера. При

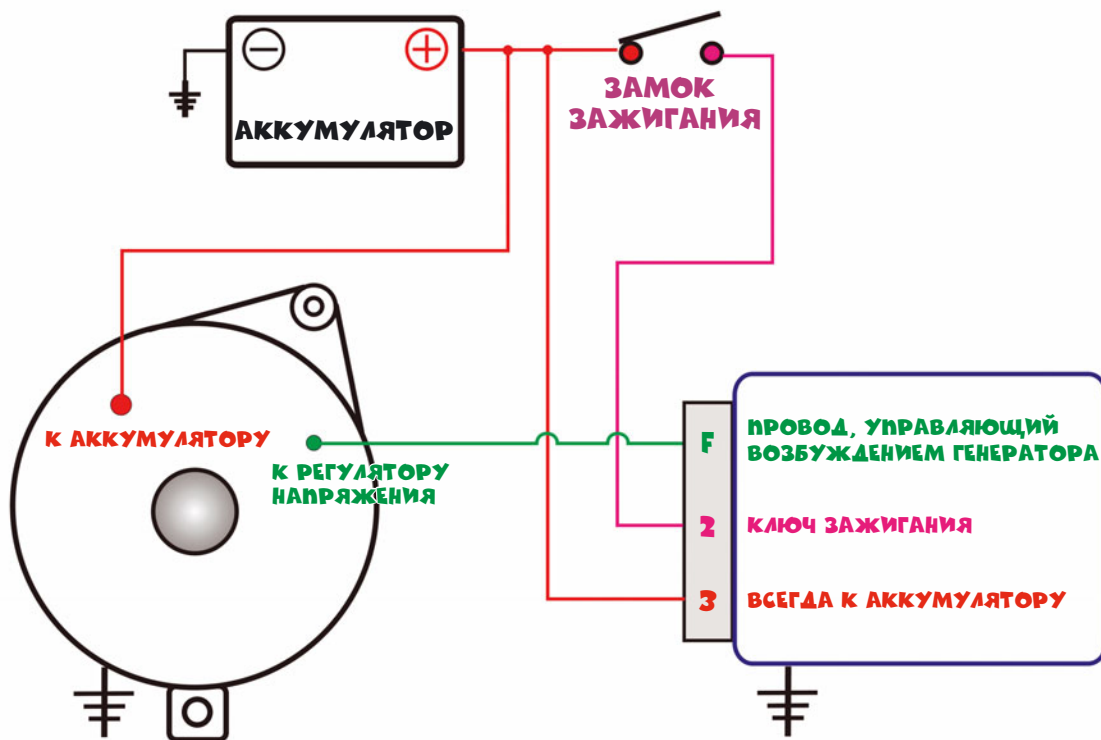
работающем двигателе и всех включенных нагрузках амперметр показывает 5 ампер. Это совокупное число показывает ток, который выдает генератор на АКБ. Математически это выглядит так: $-52 \text{ ампера (от АКБ)} + 52 \text{ ампера (от генератора)} + 5 \text{ ампер (дополнительно для АКБ)} = 5 \text{ ампер}$. Важно помнить, что суммарная выходная сила тока генератора фактически составляет 57 ампер: 52 ампера (для того, чтобы соответствовать общему запросу от всех нагрузок) + 5 ампер (для питания АКБ) = 57 ампер. Таким образом, если система зарядки оснащена генератором в 60 ампер (паспортный параметр «Максимальная сила тока отдачи»), требуемая от него сила тока входит в диапазон допустимых 10%.

Вдобавок к проверке силы тока зарядки необходимо протестировать и напряжение зарядки. При выполнении этого теста все нагрузки должны быть включены, а двигатель должен стабильно работать на 2000 об/мин. Выходное напряжение генератора должно быть не менее чем на 1 вольт выше напряжения разомкнутой цепи батареи — как правило, где-то между 13 и 15,5 вольт.

Если из всего оборудования у вас есть только вольтметр, то, в принципе, вы узнаете значение напряжения. Пока напряжение заряда превышает напряжение разомкнутой цепи батареи, вольтметр подтвердит, что генератор производит небольшой ток, но сколько — неизвестно. Следовательно, этот тест не является решающим. К сожалению, без возможности измерения силы тока можно только догадываться (и надеяться!), что генератор в порядке.

Кроме преобразования переменного тока в постоянный, диоды внутри генератора защищают аккумулятор от разряда через цепь генератора, когда двигатель не запущен. С помощью замера максимального выходного тока генератора можно косвенно протестировать любой из шести диодов, поскольку даже один пробитый диод может «украсть» у аккумулятора до 4 ампер, что приведет к его полному разряду уже через несколько часов. Это явление, больше известное как паразитный ток, будет более подробно описано в главе 9, посвященной поиску и устранению неисправностей. Для указанной проверки следует разместить зажим индуктивного амперметра на положительном кабеле между аккумулятором и генератором, а ключ зажигания перевести в положение OFF. Оборудование должно быть выключено, что является залогом отсутствия тока в проверяемом кабеле. Если в нем присутствует ток более 1 ампера, один или несколько диодов неисправны.

При выполнении еще одной проверки диодов используется вольтметр для измерения напряжения переменного тока, который протекает мимо диода. Нужно подсоединить красный провод вольтметра к выходной клемме генератора (режим измерения



СИСТЕМА ЗАРЯДКИ И ПУСКА

ТЕСТ НА ПОЛНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ

комендуется заменить генератор полностью, поскольку изношенность одного компонента дает основания предположить, что и остальные находятся в состоянии скорого выхода из строя.

Обычно результаты подобного тестирования достаточно похожи у большинства транспортных средств, но сам порядок проверки зависит от конструкции, модели и года выпуска автомобиля. Конечно, существуют определенные общие принципы, но обращение к инструкции по эксплуатации и ремонту конкретной модели обязательно.

В любом случае тестирование должно проводиться при частоте вращения коленвала 2000 об/мин, а зажим индуктивного амперметра должен быть закреплен на силовом кабеле у задней панели генератора. После начала теста обороты двигателя снизятся, и генератор начнет издавать характерный ноющий звук. Показания амперметра должны увеличиваться, пока не достигнут значения в пределах 10% от номинальной мощности генератора. Выполняйте этот тест в течение максимально короткого времени, не более трех секунд, только для того, чтобы снять показания амперметра. Более длительная проверка в этом режиме может вызвать перегрев генератора и его повреждение.

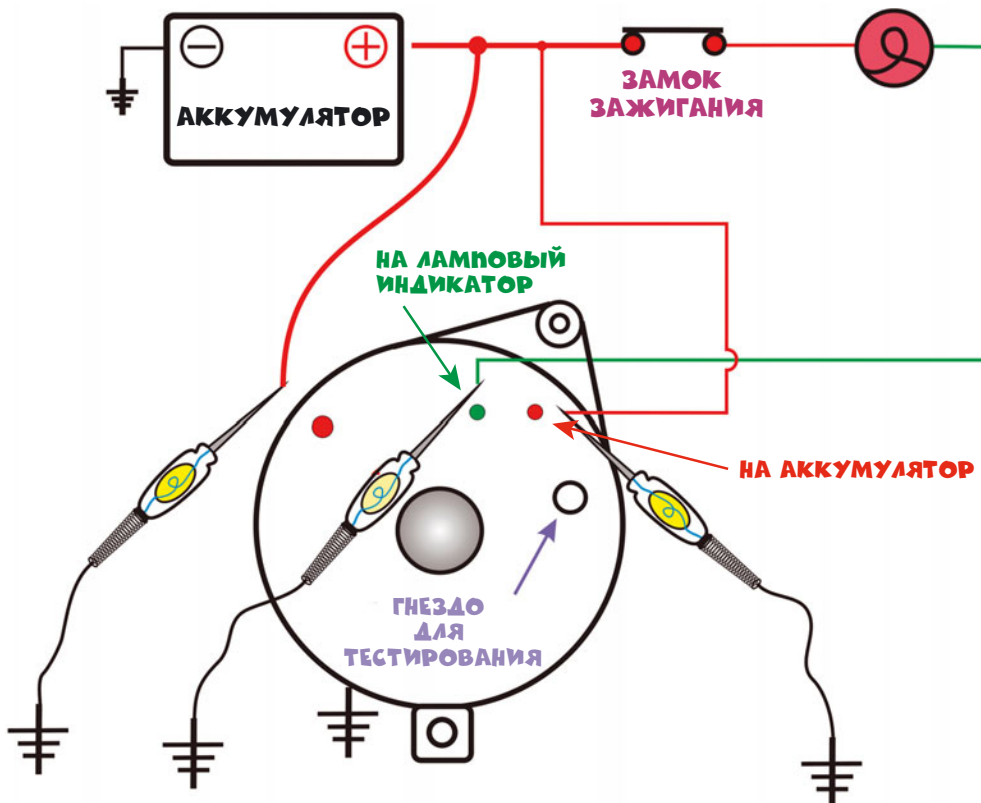
ОБЩИЙ ТЕСТ НА ПОЛНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ

Этот тест работает на большинстве генераторов, оснащенных отдельным проводом на обмотку возбуждения. Отсоедините этот провод от генератора и подсоедините к освободившейся клемме «крокодил» пробника. Поставьте ключ в положение ON. Дотроньтесь щупом пробника до положительной клеммы аккумулятора. Если горит контрольная лампа, то для продолжения тестирования на клемму нужно подвести 12 вольт. Если при прикосновении к «+» АКБ лампа не загорается, но дает единичное вспыхивание при прикосновении к «-» АКБ, то для выполнения теста провод с клеммы возбуждения необходимо запитать на «массу». Если лампа пробника не горит ни при контакте с «+», ни с «-», либо обмотка возбуждения генератора имеет разрыв, либо провод обмотки имеет плохое соединение. Следует изучить схему подключения для определения точки, откуда начинает питаться цепь. Эту проблему необходимо устранить до дальнейшего тестирования.



Генераторы от Delco Remy снабжены специальным отверстием для тестирования, которое находится сзади. Достаточно просто нажать на него отверткой или универсальным гаечным ключом, и генератор включится

Рис. 5-12. Два небольших провода, BATT и F2, замкнуты непосредственно на аккумулятор, F1 – на ламповый индикатор, расположенный на приборной панели. Все эти провода должны выдавать корректные показания, прежде чем генератор начнет работать. На задней части генератора расположено специальное отверстие, для проведения теста на него необходимо нажать небольшой отверткой





GM производит два вида CS-генераторов, идентифицировать которые можно по соответствующей надписи на пластиковой заглушке, находящейся на задней панели. Они бывают двух видов — PLIS и PLFS. Эти два типа генераторов НЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫ, на что сразу стоит обратить внимание при покупке восстановленного генератора

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА GENERAL MOTORS С ВНЕШНИМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Система зарядки с генератором GM и внешним регулятором выглядит следующим образом. К генератору подходят два провода, места подключения которых промаркированы BATT и F. Провод к BATT подходит от аккумулятора, а к F — от регулятора напряжения. У регулятора напряжения три провода, промаркированных F, 2 и 3. С клеммы F проходит провод, управляющий возбуждением генератора, клемма 2 замкнута на ключ зажигания, а 3 — на аккумулятор.

В случае проблемы с системой зарядки в первую очередь следует проверить провода регулятора напряжения. Для этого отсоедините колодку с проводами от разъема регулятора и поставьте ключ зажигания в положение «Вкл.» (ON). При проверке клемм 2 и 3 лампы пробника, подключенного к «массе», должна загораться. Используя омметр, проверьте F на наличие контакта с «массой». Если контакта нет, то возможен обрыв обмотки возбуждения внутри генератора. Если на клеммах любого из проводов регулятора отсутствуют необходимые электрические величины, система зарядки не будет функционировать, и следует обратиться к электросхеме для определения исходной точки питания каждого провода. Если с регулятором все в порядке, можно приступать к тестированию генератора.

Для проведения этого теста следует при частоте вращения коленвала 2000 об/мин подключить один конец соединительного провода на клемме силового кабеля на задней панели генератора, а другим прикоснуться к клемме возбуждения генератора. Генератор должен начать вырабатывать максимальный ток. Если он окажется меньше ожидаемого, генератор подлежит замене.

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА GENERAL MOTORS DELCOTRON С ВНУТРЕННИМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Автомобили GM обычно оснащаются генераторами DELCOTRON (известными еще как Delco-Remy 10-S1). У этих генераторов внутренний регулятор напряжения, что легко определить по трем проводам на задней панели. Два небольших провода, BATT и F2, замкнуты непосредственно на аккумулятор, F1 — на ламповый индикатор, расположенный на приборной панели.

Первый шаг тестирования заключается в проверке работоспособности лампы индикатора. Если эта лампа не горит в положении ключа зажигания ON, генератор будет выключен из системы зарядки, поэтому световая цепь должна быть отремонтирована до осуществления дальнейшего тестирования.

Для проверки клемм F1 и F2 отсоедините разъем на задней панели генератора. С помощью заземленного пробника последовательно прикоснитесь к каждому из трех проводов. Клеммы BATT и F2 должны дать яркий свет контрольной лампы, F1 — более тусклый. Если хотя бы одно прикосновение не дало горения лампы пробника, следует проверить все цепи, прежде чем приступить к дальнейшему тестированию.

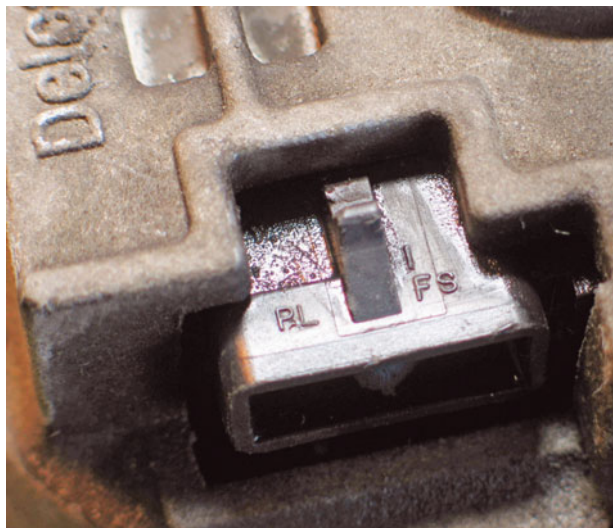
Если все исправно, вставьте разъем обратно в генератор и запустите двигатель. На 2000 об/мин вставьте в гнездо, расположенное на задней панели, маленькую отвертку. Это приведет к отключению регулятора и выводу генератора на максимальный режим (в пределах номинального значения). Если полученное значение окажется ниже ожидаемого, вам пора в магазин за новым генератором.

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА DELCO-REMY CS

Генераторы Delco-Remy CS бывают двух видов — PLIS и PLFS. Идентифицировать их можно по соответствующей надписи на пластиковой заглушке на задней панели. Обычно (но не всегда) генераторами PLS оборудованы автомобили без управляющего модуля (BCM), а PLIS, напротив, с модулем управления. Эти два типа генераторов НЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫ, на что сразу стоит обратить внимание при покупке восстановленного генератора. В дополнение к надписи на задней

заглушке проверьте правильность номера агрегата по каталогу на предмет соответствия вашей модели автомобиля. Генераторы Delco-Remy CS также используют световой индикатор, который должен быть работоспособен для функционирования системы зарядки. Если в положении ключа ON индикатор не загорается, отсоедините разъем на задней панели генератора и заземлите клемму L — лампочка индикатора должна загореться. В противном случае проверьте цепь индикатора и, прежде всего, не перегорела ли сама лампочка.

Напряжение, которое производят генераторы CS, несколько ниже. Типичный диапазон показаний, взятых с положительной клеммы аккумулятора при ключе зажигания в положении ON, составляет от 12,3 до 12,5 вольт при выключенном двигателе и от 12,8 до 13,1 вольт на холостом ходу. При всех включенных дополнительных нагрузках этот диапазон расширяется в пределах от 12,8 до 13,3 вольт. Внутренний регулятор напряжения предназначен для плавного изменения напряжения зарядки, чтобы помочь управляющему модулю сохранить стабильность работы двигателя на холостом ходу. Генератор Delco-Remy CS не подвержен тестированию в режиме отключения регулятора напря-



На рисунке показана пластиковая заглушка генератора Delco-Remy. Они могут иметь маркировку PLFS или PLIS. Данные генераторы НЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫ, на что сразу стоит обратить внимание при установке

АМПЕРМЕТР НА ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ

К ГЕНЕРАТОРУ



F
S
A+
I

ПОЛЕ КАТУШКИ = СОЕДИНЕНИЕ С «МАССОЙ»
(ПРОВЕРЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ОММЕТРА)

НАПРЯЖЕНИЕ НА АККУМУЛЯТОРЕ
ПРИ ПОВОРОТЕ КЛЮЧА ЗАЖИГАНИЯ

ВСЕГДА НАПРЯЖЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА

НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ С АМПЕРМЕТРОМ
НА ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ

ИНДИКАТОРНАЯ ЛАМПА

К ГЕНЕРАТОРУ



F
S
A+
I

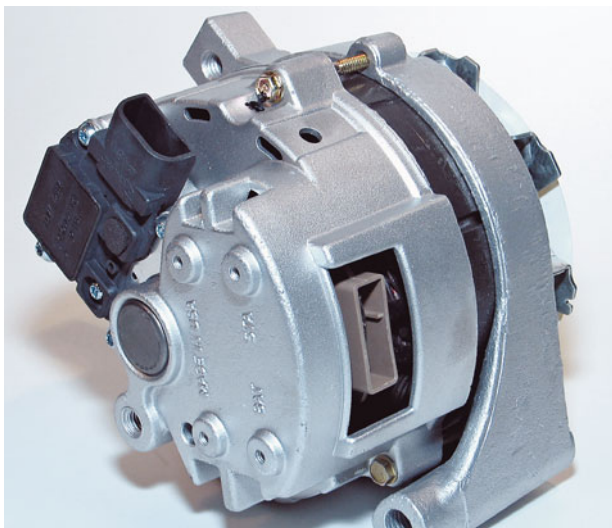
ПОЛЕ КАТУШКИ = СОЕДИНЕНИЕ С «МАССОЙ»
(ПРОВЕРЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ОММЕТРА)

СТАТОР = 6/7 ВОЛЬТ

ВСЕГДА НАПРЯЖЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА

ИНДИКАТОР ЗАРЯДА = НАПРЯЖЕНИЕ НА АККУМУЛЯТОРЕ
ПРИ ПОВОРОТЕ КЛЮЧА ЗАЖИГАНИЯ

Рис. 5-13. Для проверки обоих типов генератора без регулятора отсоедините от регулятора 4-проводной разъем, заведите двигатель и доведите частоту вращения коленвала до 2000 об/мин. Используя провод-перемычку, соедините между собой клеммы F и A+. Значения выходного тока должны варьироваться в 10%-ном диапазоне



Генератор Ford IAR имеет два разъема. Разъем сзади (черный, слева вверху) является регулятором напряжения. Коричневый разъем сбоку генератора предназначен для проводов с высокой силой тока, идущих непосредственно в аккумулятор

жения. Вместо этого используется общий генераторный тест, предполагающий предварительную проверку выходных значений напряжения и силы тока. Если генератор не может произвести ток, близкий к номинальному, генератор должен быть проверен на правильное значение величин. В любом типовом разъеме CS-генератора имеются следующие обозначения проводов:

- **P** — провод переменного напряжения для входа тахометра (прибор не нуждается в подзарядке);
- **L** — провод, передающий сигнал на BCM при работающем регуляторе. Очевидно, что это справедливо только для автомобилей с BCM; на автомобилях без BCM провод используется для питания лампочки индикатора и регулятора;
- **F** — провод (для автомобилей без BCM) также питает регулятор напряжением (при положении ключа зажигания ON). Если автомобиль использует BCM, по проводу передается информация о нагрузке генератора. Скорость переключения внутреннего регулятора составляет около 400 раз в секунду. На высоких оборотах и при малых дополнительных нагрузках время регулятора во включенном состоянии может составлять только 10%, а на холостом ходу и высоких нагрузках превышать 90%. Сигнал может быть считан мультиметром в режиме измерения частоты;
- **I** — провод используется только в автомобилях без BCM и принимает 12 вольт от замка зажигания (иногда через резистор);
- **S** — провод, фиксирующий наличие напряжения от АКБ для генераторов обоих типов.

Если все провода показывают корректные значения, но генератор выдает недостаточно тока, ваши проблемы решаются покупкой нового агрегата.

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА FORD С ВНЕШНИМ РЕГУЛЯТОРОМ

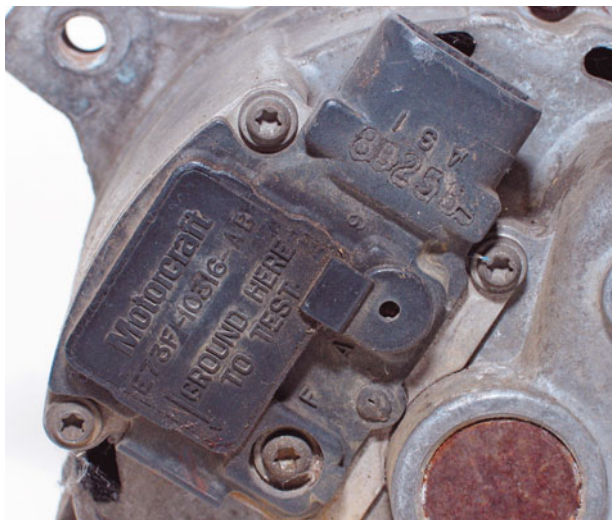
Автомобили «Форд» оснащены генераторами переменного тока с внешним регулятором двух типов, которые не являются взаимозаменяемыми. Первая пара генератор — регулятор предполагает наличие амперметра на приборной панели, вторая — использование индикаторной лампы. На разъемах внешних регуляторов этих агрегатов в обоих случаях присутствуют контакты F, S, A+ и I. Оба типа генераторов соединены с регуляторами четырьмя проводами.

Для проверки обоих типов генератора без регулятора (и того, и другого типа) отсоедините от регулятора 4-проводной разъем, заведите двигатель и доведите частоту вращения коленвала до 2000 об/мин. Используя провод-перемычку, соедините между собой клеммы F и A+. Генератор должен производить максимальный ток. Если этого не происходит, возможны проблемы проводов между генератором и разъемом регулятора, поэтому тест нужно повторить снова, но уже соединив F с положительной клеммой аккумулятора. Если в этом случае тест проходит успешно, провода, идущие на разъем, нуждаются в ремонте. При корректных значениях на всех проводах, но отсутствии выходного тока в заданном 10%-ном диапазоне от номинала, генератор нужно заменить.

ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА FORD-MOTORCRAFT IAR

В генераторах Ford-Motorcraft IAR используется внутренний регулятор напряжения. Их тестирование без регулятора осуществляется путем заземления клеммы F на задней панели. Если при этом генератор не производит максимальную силу тока, проверьте состояние разъема(ов). Генераторы с выходной мощностью 60 ампер обычно имеют 3-проводной разъем, большей мощности — два разъема по три провода. Для проверки 3-проводного генератора следует отсоединить разъем и перевести ключ зажигания в положение ON. Используя вольтметр, протестируйте клеммы на разъеме в следующем порядке: I (цепь лампы индикатора), S (прямое соединение с аккумулятором), A (цепь ключа зажигания). Значения на всех трех точках должны показывать 12 вольт.

Проверка 2-разъемных генераторов заключается в следующей процедуре. Протестируйте 1-й разъем (разъем регулятора) по методике, описанной выше. У второго разъема (генераторного) два крупных провода, идущих непосредственно на аккумулятор, и один,



В генераторах Ford IAR используется внутренний регулятор напряжения. Их тестирование без регулятора осуществляется путем заземления клеммы F на задней панели

меньшего размера, замкнутый на клемму S, также ведущий к батарее. На этих трех проводах постоянно присутствует напряжение аккумулятора. В случае корректных показаний на этих проводах и отсутствии максимального тока генератора при безрегуляторной проверке следует вывод о неисправности генератора или регулятора, и весь агрегат подлежит замене (когда одно устройство выходит из строя из-за износа, перегрева, вибраций и т. п., это ведет к скорой поломке другого).

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА CHRYSLER С ВНЕШНИМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПЯЖЕНИЯ

Chrysler также оснащает автомобили генераторами переменного тока с внешними регуляторами. Для генераторов этой компании характерен 3-проводной разъем. Наиболее крупный провод соединен с положительной клеммой аккумулятора, другие два, меньшие по размеру, — с регулятором. Для проведения тестирования на максимальное возбуждение в первую очередь следует определить, какой из этих двух проводов замкнут на цепь регулятора. Отсоедините регулятор и переведите ключ зажигания в положение ON. Используя заземленный пробник, прозвоните оба провода. На одном из них лампа должна засветиться ярко. На другом (обычно этот провод зеленого цвета) лампа пробника отзовется более тусклым свечением либо не загорится вообще. Это и есть провод заземления, который используется при проведении теста на полное возбуждение. Заведите двигатель и доведите частоту вращения коленвала до 2000 об/мин. Используя провод-перемычку, кратковременно замкните

регуляторный провод на «массу». Если сила тока на выходе генератора близка к номинальной, следует заменить регулятор. Если ток не находится на максимуме, повторите тест снова, но уже замкнув провод на «плюсовой» кабель. В случае отсутствия максимального тока следует заменить генератор.

ГЕНЕРАТОР ПЕРЕМЕННОГО ТОКА CHRYSLER, УПРАВЛЯЕМЫЙ КОМПЬЮТЕРОМ

Генераторы Chrysler, управляемые с помощью компьютера, по сути, аналогичны генераторам с внешним регулятором напряжения. На задней панели генератора расположены два небольших провода (обычно зеленого цвета). Один из них замкнут на цепь замка зажигания, и на нем присутствует 12 вольт, когда ключ находится в положении ON. Другой приходит от управляющего модуля, управляет «массой» обмотки возбуждения генератора и, таким образом, выходом генератора. При тестировании генераторов этого типа в первую очередь следует перевести ключ зажигания в положение ON. Используя подключенный к «массе» пробник, следует проверить оба выхода. На одном из них лампа пробника будет гореть ярко, на другом — либо тускло, либо не гореть вообще. Последний понадобится подключать на «массу» при проведении тестирования на полное возбуждение. Заведите двигатель и доведите частоту вращения коленвала до 2000 об/мин. Используя провод-перемычку, подключенный к «массе», кратковременно коснитесь означенного выше выхода генератора. Генератор должен войти в режим полного возбуждения и выдавать максимальный ток. Если так и есть, но система зажигания не осуществляет зарядку аккумулятора, проблема, наиболее вероятно, заключается в модуле питания. Поскольку устройства Chrysler достаточно дороги, стоит обратиться к помощи электросхемы ДО его замены и еще раз убедиться, что с проводами питания и заземления все в порядке. Кроме того, обратитесь к руководству по обслуживанию, в котором указаны коды неисправностей системы зарядки — их тоже следует учитывать до того, как принять решение о замене модуля. В последних моделях Chrysler для управления системой зарядки используется единый интегрированный компьютер (вместо более раннего, двухблочного). К счастью, принципы проверки генератора остались при этом те же самые с теми же ожидаемыми результатами.

ПРОВЕРКА ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА И РЕГУЛЯТОРА

Несмотря на то что генераторы постоянного тока — старая школа, в наши дни существует множество коллекционеров и энтузиастов винтажных автомобилей, которые, рано или поздно, сталкиваются с тестиро-

ванием системы зарядки. Так же, как и в системах автомобилей нового поколения, старым генераторам постоянного тока с регуляторами нужна проверка на полное возбуждение, которая выполняется, следуя тем же процедурам. Регуляторы напряжения, используемые в сочетании с генераторами постоянного тока, имеют только три провода. Терминалы, как правило, помечены: F (идет на обмотку возбуждения), BATТ (идет к положительному полюсу батареи) и А (к якорию генератора). Как и в случае с генераторами переменного тока, при этом тесте генератор постоянного тока должен выдавать максимальное значение тока. Для этого запустите двигатель и установите режим работы 1500 об/мин. Отсоедините клемму F на регуляторе и коснитесь проводом положительного полюса аккумулятора. Генератор перейдет в режим полного возбуждения (на некоторых моделях Chrysler следует касаться «массы»). Если этого не происходит, попробуйте перемкнуть клеммы на генераторе. Если генератор выходит на полный режим, то проблема заключается в проводе, идущем на регулятор. Если не выходит и в этом случае, проведите поляризацию генератора (об этом — в следующем разделе). Проверьте все провода на генераторе и регуляторе и правильность их подключения. В любом случае нужно обратиться к схеме и убедиться в правильности подключения проводов.

Если провода регулятора напряжения в порядке и генератор прошел тест полного возбуждения, то регулятор напряжения, вероятно, неисправен. Перед

покупкой нового регулятора убедитесь, что он подходит для вашего транспортного средства, поскольку у некоторых старых автомобилей была система положительного заземления. Кроме того, обратите внимание на рабочее напряжение регулятора — 6 или 12 вольт, в зависимости от применения. В некоторых случаях, как лучший вариант, можно заменить старый механический регулятор на электронный. И, наконец, не забывайте, что в автомобилях того времени на приборной доске почти всегда присутствовал амперметр, и если его подключение отсутствует, батарея не будет заряжаться, даже если генератор и регулятор исправны.

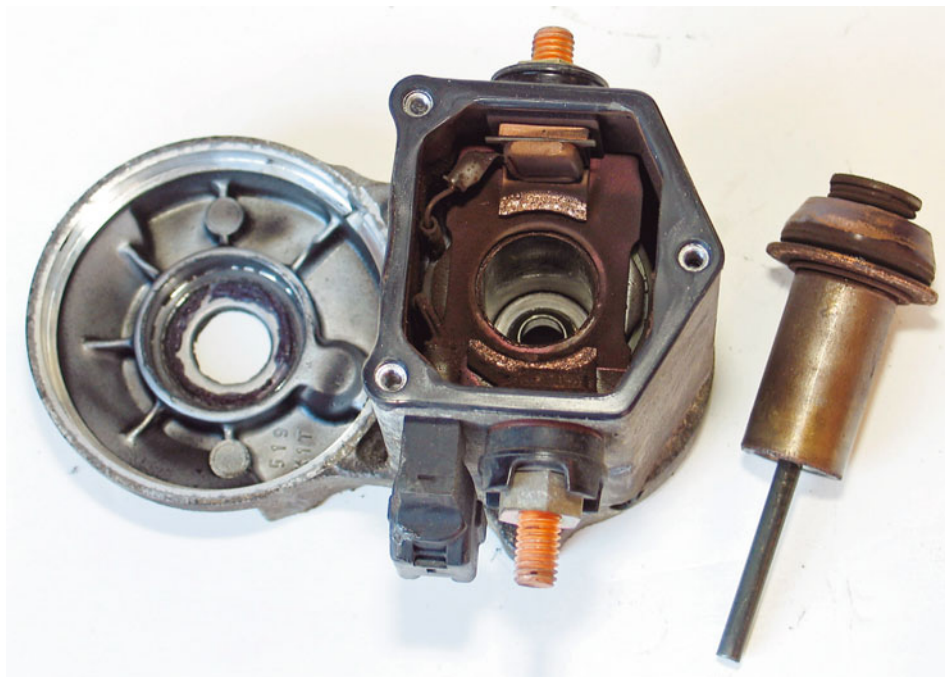
ПОЛЯРИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА

Если новый или восстановленный генератор постоянного тока устанавливается в транспортное средство, он должен быть поляризован, прежде чем сможет производить ток. Эта процедура предусматривает правильную установку полярности магнитов внутри генератора. В общем виде она выглядит следующим образом. Отключите провод возбуждения на регуляторе напряжения, присоедините к проводу пробник и коснитесь им положительной клеммы аккумулятора. В случае загорания лампы удалите пробник из цепи и кратковременно коснитесь проводом возбуждения клеммы BATТ на регуляторе для поляризации генератора, при этом между ними проскочит крупная искра — это нормально. Однако если



Этот стартер Toyota использует набор для изменения передаточного числа, для увеличения крутящего момента. В данном дизайне стартер получается меньшего размера, но в то же время производит такой же крутящий момент, как более крупные устройства

Соленоид стартера предназначен для двух вещей: соединяет батарею напрямую к стартеру и приводит в действие шестерню, которая зацепляется с венцом маховика двигателя



Этот подержанный стартер обеспечивает на 25 процентов больше крутящего момента, чем оригинал, который был заменен. Вал стартера пастеризован и вращается в подшипниках Bendix, которые обеспечивают надежность и большой ресурс

лампа пробника не загорелась при прикосновении к положительной клемме аккумулятора, дотроньтесь до минусовой клеммы. В случае загорания лампы присоедините провод возбуждения обратно на регулятор и снимите с регулятора провод якоря (А). Кратковременно коснитесь им клеммы ВАТТ, при этом вы увидите достаточно мощную искру. И снова это нормально.

Если контрольная лампа не загорается ни на одной клемме аккумулятора, то цепь разомкнута внутри самого генератора, и он нуждается в ремонте. Скорее всего, придется заменить часть обмотки.

МОТОР СТАРТЕРА

По своей физической сути стартерный мотор работает так же, как генератор постоянного тока, только в обратном режиме, то есть использует ток для выполнения работы, а не производит его. Как и в генераторе, в нем используется набор катушек, создающих магнитное поле вокруг якоря, который в данном случае представляет собой ряд проволоочных петель, соединенных в коллекторе. При включении стартера аккумуляторный ток подается на периферийные катушки, которые создают сильное магнитное поле. В то же время ток батареи подается к щеткам, которые касаются коллектора и передают ток к якорю. Вращение якоря происходит вследствие того, что противоположные магнитные силовые линии между полем обмотки и якоря отталкиваются друг от друга. Так как якорь имеет несколько проволоочных петель, он непрерывно вращается. Стартер имеет обычно четыре щетки, а количество катушек обмотки может варьироваться от двух до четырех.

Якорь и катушки возбуждения соединены последовательно, такое конструктивное исполнение позволяет им создавать очень высокий крутящий момент, любое увеличение тока приводит к увеличению



Используя индуктивное исследование с помощью Fluke i410, можно проверить, низкий или высокий ток потребления выдает стартер. Этот тест можно выполнить гораздо быстрее и проще, чем заменить стартер, а потом понять, что дело не в нем

напряженности поля и росту крутящего момента стартера. В условиях отсутствия нагрузки (при лабораторных испытаниях или когда шестерня стартера не зацепляет маховик) скорость вращения будет расти до тех пор, пока центробежная сила не разрушит стартер физически. Этому сопутствует громкий «взрыв», сопровождаемый снопом искр.

В некоторых стартерах применяются комплекты шестерен (редукторы) для увеличения скорости вращения и крутящего момента. Передача планетарного типа (аналогичная используемым в автоматических трансмиссиях) передает мощность от электродвигателя стартера к выходному валу, соединенному с маховиком двигателя. В стартерах нового поколения вместо катушек используются постоянные магниты, что увеличивает ток, проходящий к якорю.

ВТЯГИВАЮЩЕЕ РЕЛЕ СТАРТЕРА

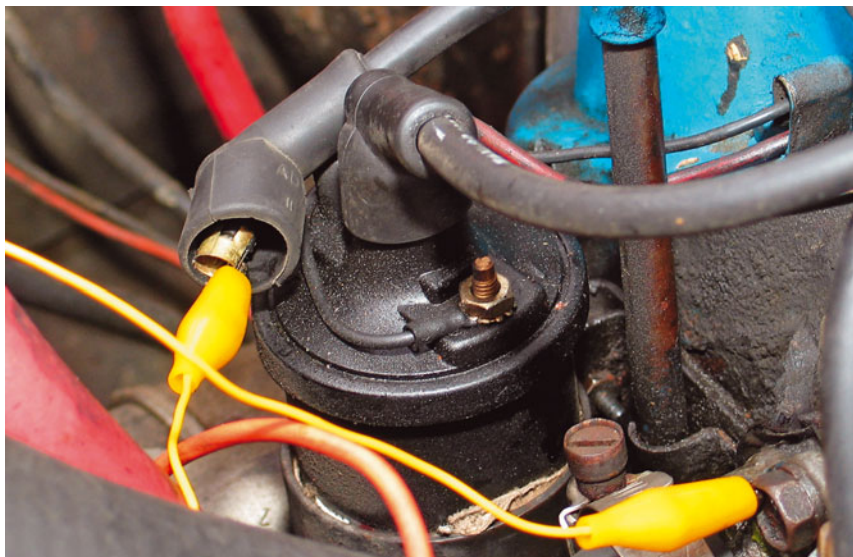
Втягивающие реле стартера выполняют одну, а иногда и две функции: они соединяют аккумулятор непосредственно со стартером и, в некоторых случаях, вводят в механическую связь стартерную шестерню с зубчатым венцом маховика. Они могут быть установлены непосредственно на корпус стартера или использоваться дистанционно. В сущности, втягивающее реле — соленоид, который использует небольшое количество тока для пи-

тания обмотки и создания магнитного поля. Сила магнитного поля тянет поршень соленоида к двум контактам: один от положительного полюса батареи, а другой к стартеру. При перемещении поршень соленоида через рычаг вилочного типа приводит в действие шестерню, которая зацепляется с венцом маховика двигателя.

ПРОВЕРКА СТАРТЕРА

Перед этой проверкой аккумулятор должен быть полностью заряжен и проверен на нагрузку. Нет смысла выявлять неисправность стартера, если у источника питания не хватает энергии, чтобы его провернуть. Единственным реальным поводом для проверки стартера является факт медленного вращения, при котором двигатель не запускается или отсутствует вращение вообще. Кстати, на некоторых моделях снятие стартера достаточно сложная и трудоемкая операция (мягко говоря). А вот его тестирование занимает несколько минут и представляется более продуктивным способом траты времени, нежели шестичасовая возня с заменой ради того, чтобы, в конце концов, обнаружить неисправность в питающем кабеле. Фактически и само тестирование целесообразно проводить после проверки всех проводов, кабелей и соединений. Если все они в порядке, стартер является единственным элементом, который осталось заменить.

Этот провод катушки высокого напряжения был заземлен с помощью перемычки, что препятствует запуску двигателя при тестировании стартера



Тест, дающий максимум информации при минимальном объеме работ, — это измерение потребляемого тока. Подключите индукционный амперметр к положительному кабелю аккумулятора, включите фары и прочтите показание на индикаторе. Если значение отрицательное — амперметр подключен правильно, если положительное — переверните зажим на 180 градусов, после чего выключите фары. Следующий шаг этой проверки — отключение системы зажигания.

Отключение системы зажигания

С помощью этой процедуры происходит предотвращение запуска двигателя при проворачивании стартера. На старых моделях, использующих одну лишь катушку зажигания, отсоедините центральный кабель от крышки распределителя зажигания и замкните его на «массу» с помощью провода-перемычки. Это предотвратит запуск двигателя, так как напряжение, индуцируемое катушкой, будет направляться на землю. Простое отсоединение катушки (она не заземлена) может стать причиной вывода из строя элементов системы зажигания. В более поздних моделях достаточно отсоединить разъем модуля зажигания или удалить любой предохранитель(и) из цепи питания компьютера или системы зажигания.

Норма токового потребления стартера

Чтобы признать ток потребления стартера ненормальным, для начала следует выяснить, что же принять за норму. Представленные ниже спецификации предполагают, что температура окружающего воздуха выше +15 °C и стартер обладает обычными типовыми характеристиками. В таком случае стартер 4-цилиндрового двигателя потребляет 50–125 ампер,

6-цилиндрового и небольшого V-8 — 75–175 ампер и большого V-8 — 100–275 ампер. Некоторые сервисные руководства указывают более конкретные значения, но и вышеприведенных вполне достаточно для большинства тестов. Эти показатели могут иметь другие значения для стартеров с понижающим редуктором и стартеров на постоянных магнитах, в таких случаях лучше обратиться к спецификациям.

Медленное проворачивание стартера — высокий ток потребления

Может быть, медленное проворачивание двигателя при высоком токовом потреблении и не самая частая проблема, но, тем не менее, с ней приходится периодически сталкиваться. Для ее диагностики переведите ключ зажигания в START и зафиксируйте показания амперметра, даже если двигатель не провернулся вообще. При высоком показании амперметра, хотя двигатель вращается медленно (не вращается вообще), причина может заключаться как в стартере, так и в самом двигателе. Чтобы исключить двигатель как возможную причину медленного поворота стартера, попробуйте повернуть коленчатый вал вручную с помощью воротка и головки. На четырехцилиндровом двигателе попробуйте потянуть приводной ремень генератора или водяного насоса. Даже с установленными свечами зажигания двигатель должен вращаться с относительно небольшой силой. Если это требует значительных усилий, плохой стартер является наименьшей из ваших проблем. К наиболее характерным причинам относятся повышенная вязкость масла при низких температурах, нагар в цилиндрах и т. п. Еще одна причина — недостаток масла в системе смазки или перегрев, что также является источником

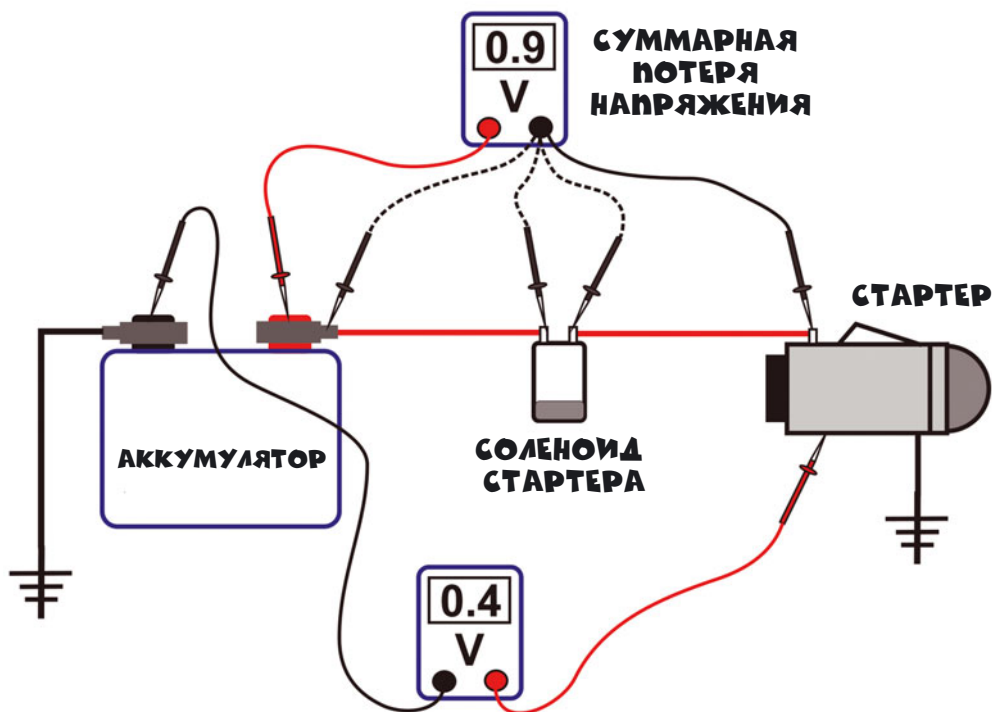


Рис. 5-14. Сопротивление «земли» в данной цепи стартера хорошее, потому что падение напряжения составляет лишь 0,4 вольта. У положительной клеммы также наблюдается снижение напряжения 0,9 вольта, вызванное высоким сопротивлением. При перемещении черной клеммы вдоль «плюса» цепи мы можем обнаружить место разрыва

многих механических проблем. Но если с двигателем все в порядке, а стартер потребляет повышенный ток, его следует заменить, так как это свидетельствует о неполадках в цепи якоря и может привести к короткому замыканию.

Медленное проворачивание стартера — низкий ток потребления

Если, с другой стороны, амперметр дает низкие показания, а стартер медленно вращает (или совсем не вращает) двигатель, то цепь обладает высоким сопротивлением, которое, возможно, вызвано слабым соединением питающего кабеля или неисправностью втягивающего реле. В любом случае высокое сопротивление является наиболее частой причиной низкого тока в цепи стартера. Это сопротивление не может быть результатом подключения неисправной АКБ, ведь она полностью заряжена и проверена (надеюсь, это так?). Следовательно, тест на падение напряжения идеален для определения источника нежелательного высокого сопротивления в цепи стартера.

«Положительную» часть стартерной цепи следует проверить в первую очередь, поскольку она является наиболее вероятным проблемным местом. Подклю-

чите красный провод вольтметра к положительной клемме аккумулятора (НО НЕ К КАБЕЛЮ), а черный — к входной клемме стартера (на втягивающем реле). Проверните двигатель, наблюдая за показаниями вольтметра. Если падение напряжения составит менее 0,5 вольта, то эта часть цепи не обладает высоким сопротивлением.

Сделайте ту же проверку со стороны «массы». Для этого присоедините красный провод к корпусу стартера, черный — к минусовой клемме аккумулятора и проверните двигатель. Падение напряжения не должно превышать 0,4 вольта. Если на положительной или отрицательной части значение окажется выше указанных (см. главу 2, «Много — это сколько?»), причины следует искать, выполняя проверку падения напряжения на отдельных соединениях. Отсоединив «массу», следует двигаться отрицательным проводом обратно по цепи в направлении положительного («красного») соединения. На каждом участке падение напряжения не должно превышать 0,2 вольта. Рано или поздно вы обнаружите плохое соединение, и его очистки в большинстве случаев достаточно, чтобы стартер начал функционировать нормально.

ГЛАВА 6

СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Неполадки с системой зажигания — будь они реальные или мнимые — статистически являются самой необоснованной причиной замены исправных деталей по сравнению с другими системами. До появления электронной системы впрыска топлива многие автовладельцы полагали, что, устранив неполадки с карбюратором, незачем заглядывать внутрь распределителя зажигания. Как профессионалы, так и любители, если машина глохла, чихала или отказывалась заводиться, чаще всего винили в этом карбюратор, а поскольку его можно было разобрать и осмотреть подробно, это было удобнее всего. Неисправности системы зажигания решались простой заменой катушки, конденсатора, проводов и свечей зажигания. В начале 1970-х годов появились электронные системы зажигания, и подобный подход

к методам ремонта перестал пользоваться популярностью, поскольку стал более дорогостоящим. Сегодня электронные системы зажигания стоят практически на всех автомобилях, и представляется намного эффективнее протестировать компоненты, прежде чем осуществлять их замену. Их диагностика намного проще, чем кажется с первого взгляда, поскольку между старыми и новыми системами очень много общего. Когда вы сталкиваетесь с проблемами обмотки возбуждения, переключателями на эффекте Холла или с электронным модулем зажигания, большое значение имеет базовое понимание принципов работы первичной и вторичной цепей зажигания. Сначала взглянем на традиционные системы зажигания, которые практически не изменились за последние 100 лет.

Оба эти набора создают искру с помощью следующих компонентов: свечи зажигания, конденсатор, стандартная катушка (слева) или электронный модуль зажигания и катушка зажигания. Различия между ними не такие большие, как может сперва показаться



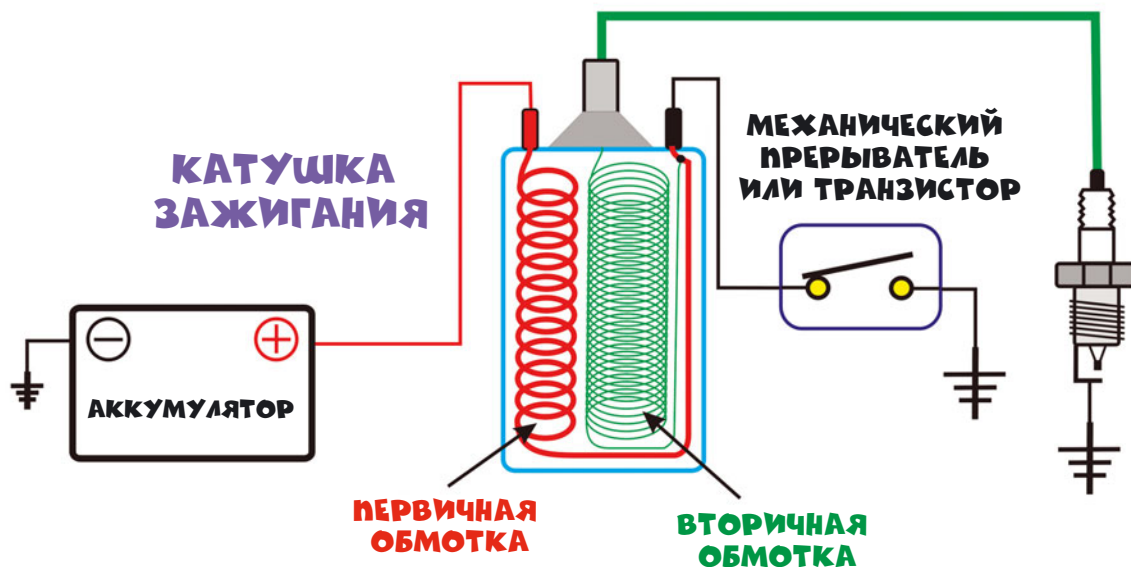


Рис. 6-1. Основная обмотка фактически окружает обмотку ротора (рисунок разделен для иллюстрации их внутренней связи). Высокое напряжение, индуцированное на вторичной обмотке, поступает на свечу зажигания и далее на заземление

КАК ИЗ 12 ВОЛЬТ ПОЛУЧАЕТСЯ 100 000 ВОЛЬТ

Система зажигания выполняет две функции — производство искры и ее распределение. Последняя осуществляется с помощью механических средств на автомобилях с распределителями и с помощью электронных средств на более поздних моделях. Способ получения искры у этих систем, в основном, идентичен, единственное различие между ними заключается во внутреннем устройстве катушки и в том, как она управляется. В обоих случаях катушки зажигания работают одинаково, преобразуя электрическое напряжение 14,5 вольт в 20 000 вольт (для систем с механическим распределением искры) или в 100 000 вольт (для электронных систем). Такое высокое напряжение требуется для преодоления высокого сопротивления воздушного зазора между электродами свечей, являющимися нагрузкой для вторичной цепи зажигания. Без высокого напряжения это сопротивление не могло бы быть преодолено и свеча не могла бы создавать искру.

Как обычная, так и электронная системы зажигания имеют два контура — первичный и вторичный. В первичном контуре, как на первой стадии процесса преобразования напряжения, оно повышается от 14 до 400 вольт. Цепь включает в себя первичную обмотку катушки, прерыватель и конденсатор в более старых моделях, в новых — электронный модуль зажигания или компьютер. Во вторичной цепи напряжение повышается еще больше — от 400 до 20 000 вольт. В эту цепь входят вторичная обмотка катушки, распределитель, соединительные провода и свечи. Таким образом, катушка зажигания, как устройство, одновременно является частью и первичной, и вторичной цепей.

Как было сказано выше, катушка зажигания состоит из двух обмоток — первичной и вторичной. Первичная обмотка состоит приблизительно из 200 витков проволоки большого сечения, вторичная содержит около 20 000 витков тонкой проволоки, намотанной вокруг металлического сердечника. Первичная обмотка окружает и вторичную обмотку, и сердечник. От аккумуляторной батареи при включенном зажигании и замкнутых контактах прерывателя ток низкого напряжения проходит по первичной обмотке катушки зажигания, образуя вокруг нее магнитное поле. Первичная цепь управляется с помощью механического прерывателя или транзистора. Размыкание контактов прерывателя приводит к исчезновению тока в первичной обмотке и магнитного поля вокруг нее. Поскольку при исчезновении поле пересекает витки не только вторичной, но и первичной катушки, в ней возникает ток самоиндукции напряжением около 400 вольт, а во вторичной индуктируется высокое напряжение около 20 000 вольт (в новых моделях автомобилей — около 100 000 вольт).

КАТУШКИ ЗАЖИГАНИЯ

Существует два типа катушек зажигания — обычные и DIS (Distributor-less Ignition System — система зажигания без распределителя). И те и другие пред-

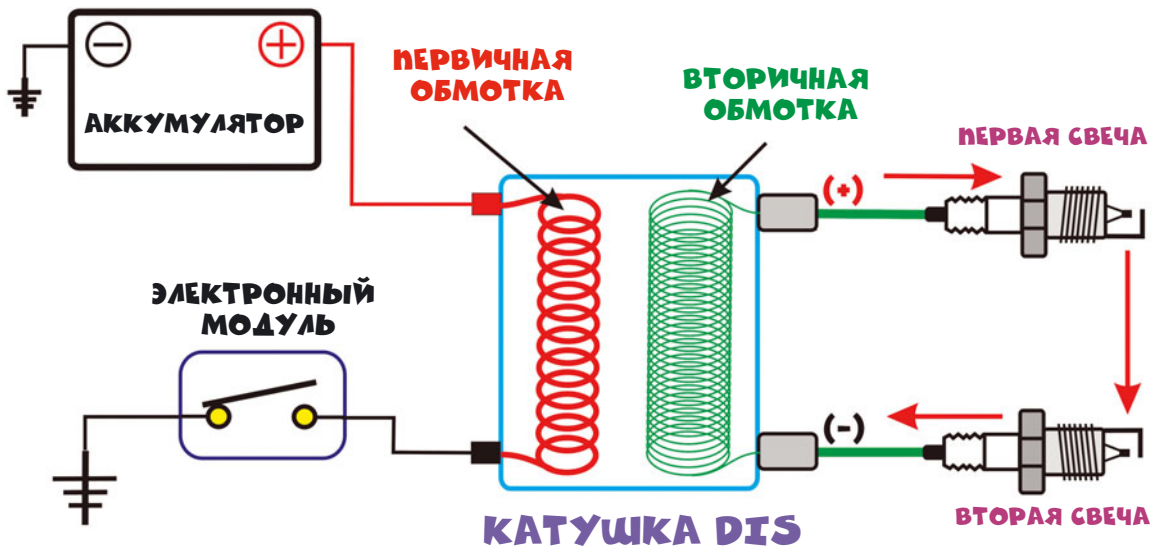


Рис. 6-2. Нет никакой внутренней связи между основной и вторичной обмотками ротора в DIS-катушках. Напряжение появляется в положительной клемме обмоток ротора, на свечу зажигания 1, через головку цилиндра и свечу зажигания 2 и назад к «земле» (обмоткам ротора). Помните: «земля» аккумулятора и «земля» для обмоток ротора не одно и то же

назначены для выработки искры, но имеют различную конструкцию. Обычные катушки предполагают наличие механического прерывателя-распределителя (трамблера) или используют так называемую систему COP (англ. Coil-Over-Plug — катушка над свечой). В систему зажигания с трамблером входит одна катушка зажигания, а зажигание распределяется через бегунок, расположенный на роторе распределителя. В системе COP зажигание осуществляется через индивидуальные катушки на каждую свечу, установленные непосредственно в свечных колодцах. У простой катушки зажигания три клеммы — питания первичной схемы от батареи, «массы» и высоковольтного провода на трамблер. Подача питания на систему зажигания осуществляется через замок зажигания. Набор механических контактов (или управляющих транзисторов) замыкает/размыкает первичную цепь с «массой», таким же образом определяется момент возникновения искры.

Первичный контур катушки соединен внутри с вторичным у отрицательной клеммы катушки. В результате самоиндукции напряжение в первичной катушке составляет 300–500 вольт. Высокое напряжение, индуцированное на вторичной обмотке, поступает на свечу зажигания и далее на заземление.

Катушки DIS (Distributor-less Ignition System) принципиально отличаются от обычных катушек способом своего включения в систему зажигания. Они много лет использовались в мотоциклах, но когда в середине 1980-х впервые появились на автомобильной техни-

ке, поставили в тупик многих профессионалов, привыкших работать с одной катушкой (с электрической точки зрения) на один автомобиль. Дело в том, что в DIS-системе зажигания искрообразование происходит одновременно в двух цилиндрах. На 4-цилиндровый двигатель работают две вторичные катушки, на 6-цилиндровый — три, на 8-цилиндровый — четыре. Первичная цепь питается и регулируется так же, как и на обычных катушках зажигания, но главное отличие в том, что вторичные обмотки не соединены с первичной электрически. Безусловно, вторичные DIS-катушки имеют те же элементы, что и любая цепь постоянного тока — питание, «массу» и нагрузку. С одной стороны, вторичные обмотки получают питание (как результат индукции), с другой — заземление, а в качестве нагрузки выступает пара зазоров между двумя свечами зажигания. При прерывании силовых линий магнитного поля в первичной обмотке во вторичные индуктируется ток высокого напряжения, который, пройдя по центральному электроду свечи и преодолев воздушный зазор, производит искру. Далее через головку блока цилиндров (выступающую в качестве проводника) ток проходит на вторую свечу, которая под его воздействием тоже осуществляет искрообразование, и снова возвращается на вторичную обмотку с другой стороны.

Каждая катушка проводит разряд тока через одну свечу в нормальном направлении, а через другую — в обратном. Совершив такой путь, ток возвращается к другой стороне вторичной обмотки — «массе» этой катушки.

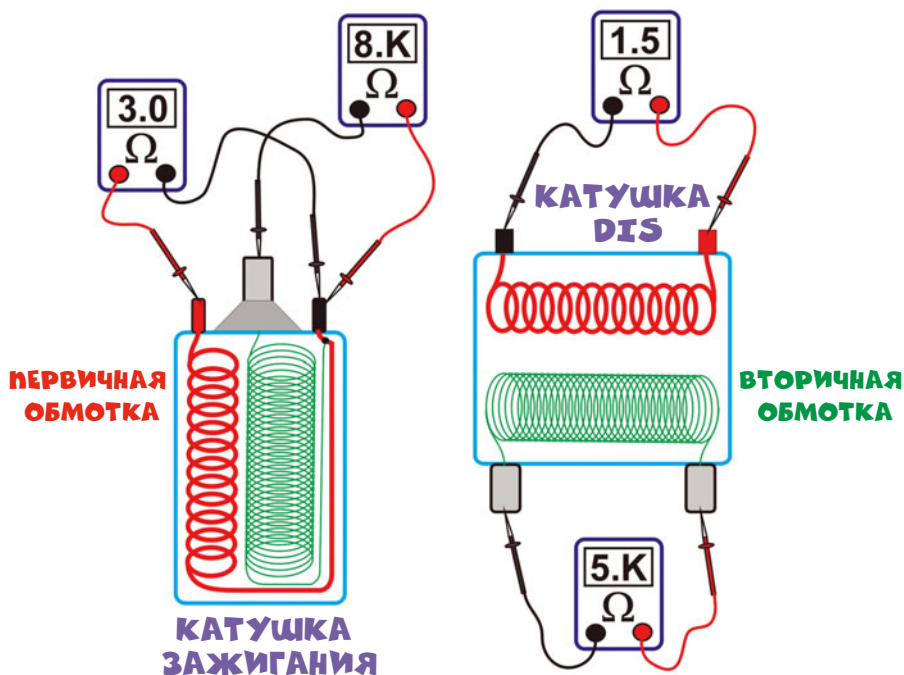


Рис. 6-3. Даже измерив сопротивление, нельзя сделать окончательного вывода о работоспособности, поскольку бывают случаи, когда, показывая нормальное сопротивление, катушки все равно не производят искры. Есть некоторые дополнительные хитрости, помогающие определить пригодность катушки. Например, ее можно нагреть обыкновенным феном

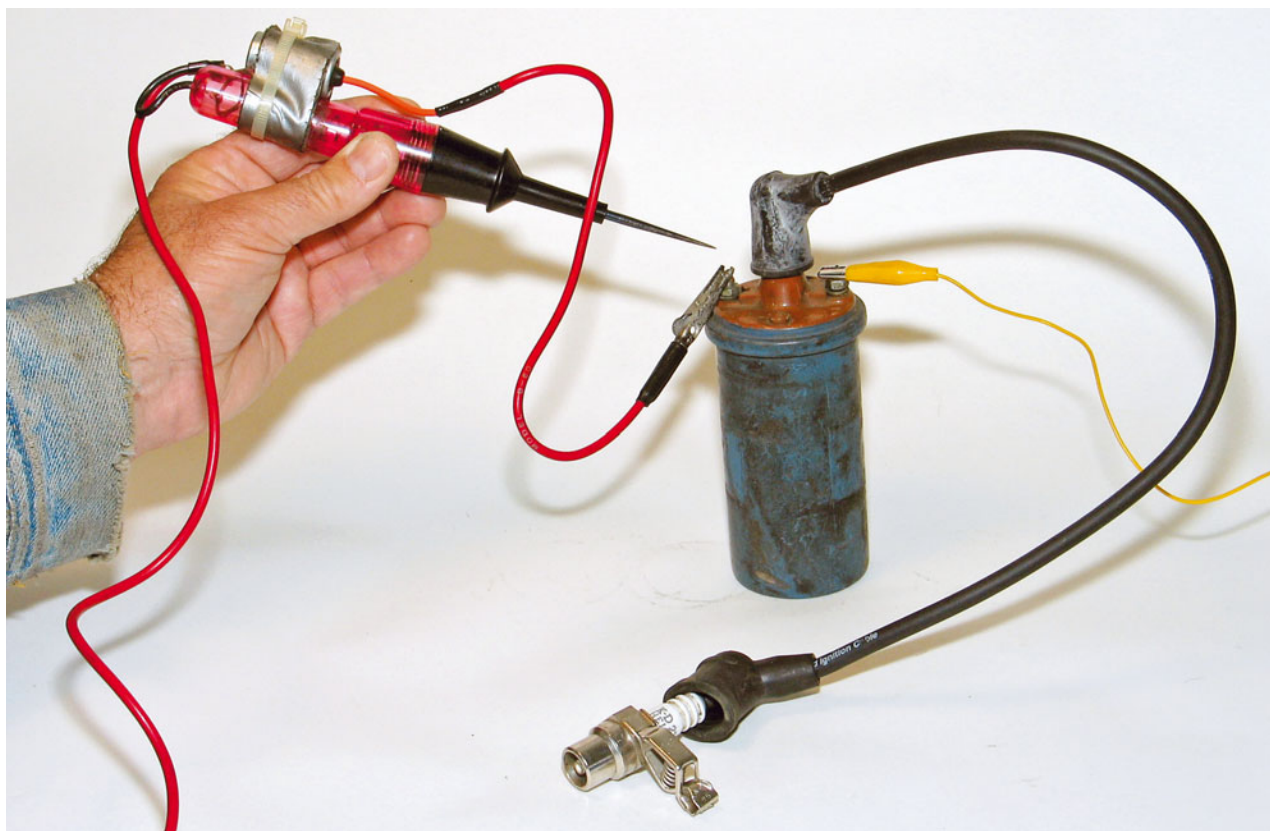
Смысл этой системы заключается в том, что току, циркулирующему по указанному контуру, просто «нечего делать» на «массе». В каждой паре свечей, замкнутых на одну вторичную обмотку, производство искры происходит одновременно. При этом поршень одного из цилиндров находится в верхней мертвой точке в конце такта сжатия (где и происходит воспламенение), а другой, парный ему поршень — в конце такта выпуска, поэтому вторая искра не имеет никакого эффекта, так как в камере сгорания в этот момент нет воздушно-топливной смеси.

ОБЩАЯ ПРОВЕРКА КАТУШКИ ЗАЖИГАНИЯ

Оба типа катушек зажигания проверяются на разрыв и замыкание с помощью омметра. Для проверки сопротивления первичного контура обычной катушки достаточно подключить прибор к положительной и отрицательной клеммам. Показания прибора должны быть в пределах от 1,5 до 3,5 ом. Сопротивление вторичной обмотки определяется путем подсоединения омметра к отрицательной клемме катушки с одной стороны и к высоковольтному выходу — с другой. Полученное значение должно оказаться в диапазоне от 7 до 15 килоом. В DIS-катушках сопротивление несколько ниже: от 0,5 до 2 ом на первичной обмотке и от 5 до 7 килоом на вторичной. В конкретной



Различие между DIS-катушкой (слева) и обычной в том, что вторичная обмотка DIS-катушки не связана с основной. В результате искра, произведенная DIS-катушкой, уходит в другую сторону вторичной обмотки, а не к «земле» батареи



Эта катушка зажигания проверяется на стендовых испытаниях. Желтый провод — 12 вольт, а провод, выходящий из тестера катушки, — «заземление». Когда заостренный конец тестера катушки касается «минуса» катушки, появляется искра

инструкции по ремонту и эксплуатации представлены более конкретные значения сопротивлений, но и приведенных выше чисел достаточно для того, чтобы определить, исправна ли катушка. Но даже измерив сопротивление, нельзя сделать окончательного вывода, поскольку бывают случаи, когда, показывая нормальное сопротивление, катушки все равно не производят искру.

Есть некоторые дополнительные хитрости, помогающие определить пригодность катушки. Например, ее можно нагреть обыкновенным феном. Если при этом показания омметра изменятся, есть смысл говорить о ее непригодности. Недорогой универсальный тестер для проверки катушки можно сделать самому из старого конденсатора и нескольких соединительных проводов. Убедиться в целостности конденсатора можно, проверив его на заведомо исправной катушке. Отключите отрицательную клемму катушки, подсоедините к ней провод с последовательно включенным конденсатором, а корпус конденсатора подключите на «массу». Второй провод-перемычку также замкните непосредственно на «массу» и поставьте ключ зажи-

гания в положение ON. Теперь прикоснитесь свободным концом напрямую к заземленному проводу отрицательной клеммы катушки. Между высоковольтным выходом и «массой» (на обычной катушке) должна проскочить искра. В DIS-катушке искра пройдет между двумя высоковольтными клеммами.

Если искрения не произошло, проверьте состояние аккумулятора или соединительных проводов-перемычек. При выполнении этого теста на DIS-катушках следует соблюдать осторожность: поскольку цепь не заземлена, вас может ударить током. Более подробную информацию о тестерах катушки можно найти в главе 3, где говорится об электронных средствах тестирования.

Иногда по ошибке клеммы обычной катушки зажигания могут быть подключены в обратном направлении. При несоблюдении полярности искра окажется очень слабой. Катушка, подсоединенная таким образом, будет поддерживать работу двигателя, производя напряжение на 15 процентов ниже номинального, но под нагрузкой появятся пропуски зажигания. В своем подавляющем большинстве клеммы катушки маркированы.

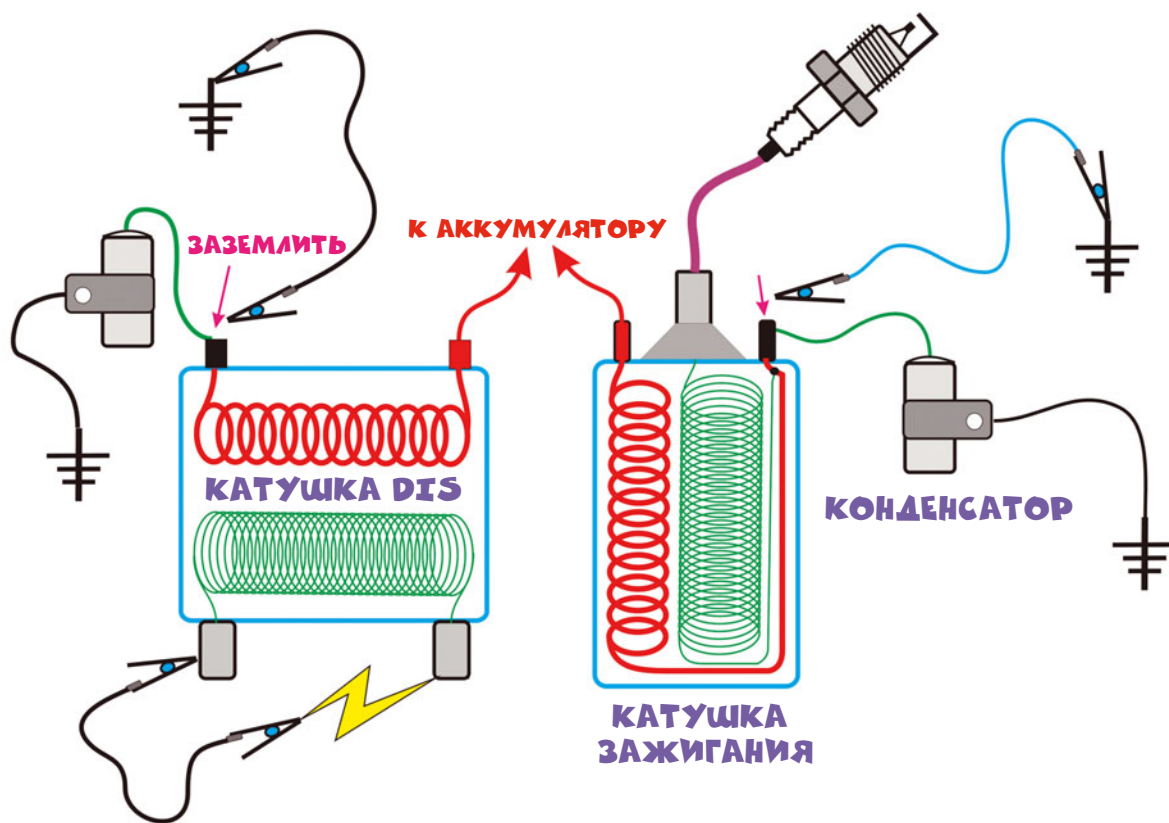


Рис. 6-4. Самодельные тестеры катушек будут работать с двумя их видами. Но будьте осторожны, поскольку цепь не заземлена, вас может ударить током

ПРЕРЫВАТЕЛЬ И КОНДЕНСАТОР

Прерыватель для обычной катушки зажигания представляет собой коммутационный контакт, который служит для включения и выключения первичной обмотки. При замкнутых контактах обмотка связана с «массой». При их размыкании эта связь разрывается, и магнитное поле внутри катушки исчезает, что вызывает во вторичной обмотке электромагнитную индукцию. Работа прерывателя механически согласуется со скоростью вращения двигателя через специальный кулачок внутри трамблера. Чем дольше контакты находятся в замкнутом состоянии, тем больше время заряжается или насыщается катушка, создавая большее магнитное поле. Период замкнутого состояния контактов еще называют временем накопления. Регулировка времени меняется путем изменения зазора между контактами — чем меньше этот зазор, тем больше время накопления, и наоборот. Зазор между контактами прерывателя — это очень важный параметр, за которым необходимо следить.

Во все системы зажигания с применением прерывателя-распределителя (трамблера) в первичную цепь включен конденсатор. Он служит для повышения вторичного напряжения и уменьшения искрения между контактами при их размыкании/замыкании. Без конденсатора электрическая дуга будет возникать на контактах, а не на свечах, вызывая их быстрое выгорание. В дополнение конденсатору, защищающему контакты, последовательно первичной обмотке катушки зажигания в цепь включается резистор, ограничивающий ток в первичном контуре зажигания. Путем ограничения величины тока, достигающего катушки, резистор удерживает его от перегрева. Когда стартер работает, напряжение батареи падает. Часто обводная цепь используется вместо резистора, так как она может обеспечить больше напряжения на катушке, когда двигатель проворачивается. При падении напряжения батареи при включении стартера катушка зажигания нуждается в небольшой помощи в виде постоянного напряжения. В одних автомобилях используют специальный блок резисторов, в других проводники повышенного со-

Прерыватели зажигания используются в автомобилях долгие годы. Эти простые механические переключатели требовали технического обслуживания каждые 10 000 миль. Разумеется, это не удовлетворяет требованиям современных систем зажигания



противления — в обоих случаях их сопротивление составляет около 1,5 ом для 12-вольтовой системы зажигания.

Для проверки наличия искры выньте из трамблера высоковольтный (центральный) провод и поднесите его к «массе». При проворачивании двигателя между проводом и «массой» должна проскакивать искра. Имейте в виду, что наличие искры с высоковольтного провода не является залогом ее дальнейшего прохождения на свечи вследствие таких причин, как трещина крышки трамблера, неисправный бегунок или провода от распределителя. Быстрый способ проверки работы прерывателя заключается в использовании пробника, подключенного через первичную обмотку катушки зажигания. Для этого нужно присоединить «крокодил» к «-» катушки, а щуп — к «+».

При проворачивании двигателя произойдет первичная коммутация — лампа пробника будет мигать. Если этого не происходит, следует проверить: (1) питание катушки, (2) состояние провода между отрицательной стороной катушки и трамблером, (3) визуально убедиться в размыкании/замыкании контактов прерывателя, (4) убедиться во вращении вала трамблера. Этот тест является общим как для контактных, так и для бесконтактных систем зажигания.

ЭЛЕКТРОННЫЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

Переход к электронным системам зажигания носил, в основном, вынужденный характер. Ужесточение государственных экологических стандартов на выброс в воздух вредных веществ и строгие требования к составу выхлопных газов потребовали от производителей новых технических подходов к системам зажигания, в частности, повышения напряжения, подаваемого на свечи зажигания, которое не могли обеспечить системы старого типа. Впрочем, в первых электронных системах продолжали использоваться механические элементы (например, центробежные и вакуумные регуляторы опережения зажигания). С течением времени и они были заменены электронной.

Наряду с этим производителей обязали давать гарантию на все компоненты, влияющие на экологичность выбросов (включая и систему зажигания), минимум на 50 000 миль пробега. Трамблерные системы зажигания не могли продержаться так долго и требовали технического обслуживания каждые 10 000 миль или меньше. В противовес этому электронные системы зажигания, не имеющие подвижных механических элементов, укладывались в 50 000-мильный гаран-

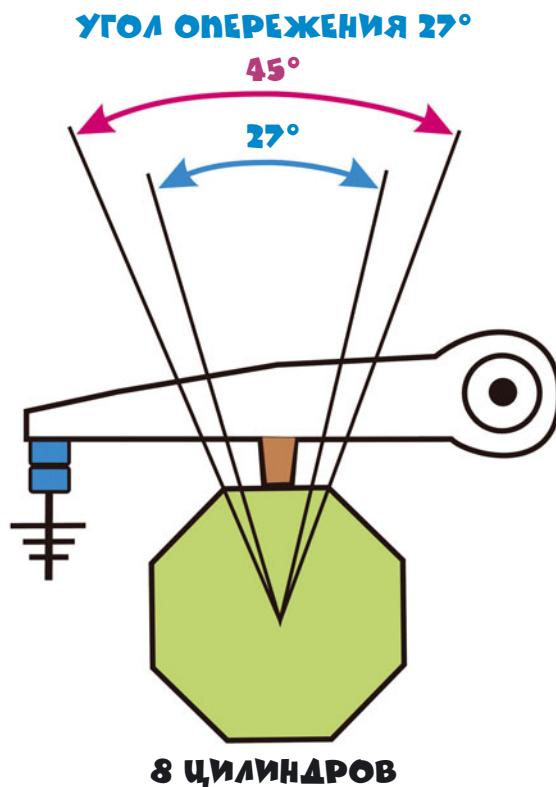
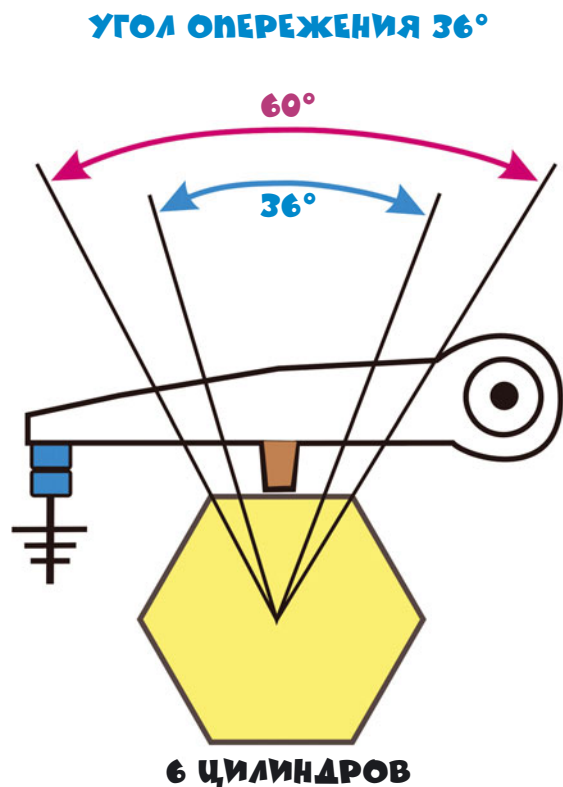


Рис. 6-5. Угол опережения впрыска больше на 6-цилиндровых двигателях, чем на V-8. Угол опережения — это промежуток времени, когда прерыватель закрыт или заряжается в катушке зажигания. Чем больше это время, тем выше будет вторичное напряжение, отданное катушкой на свечу зажигания



Контрольная лампочка: универсальный инструмент для тестирования переключений катушки зажигания

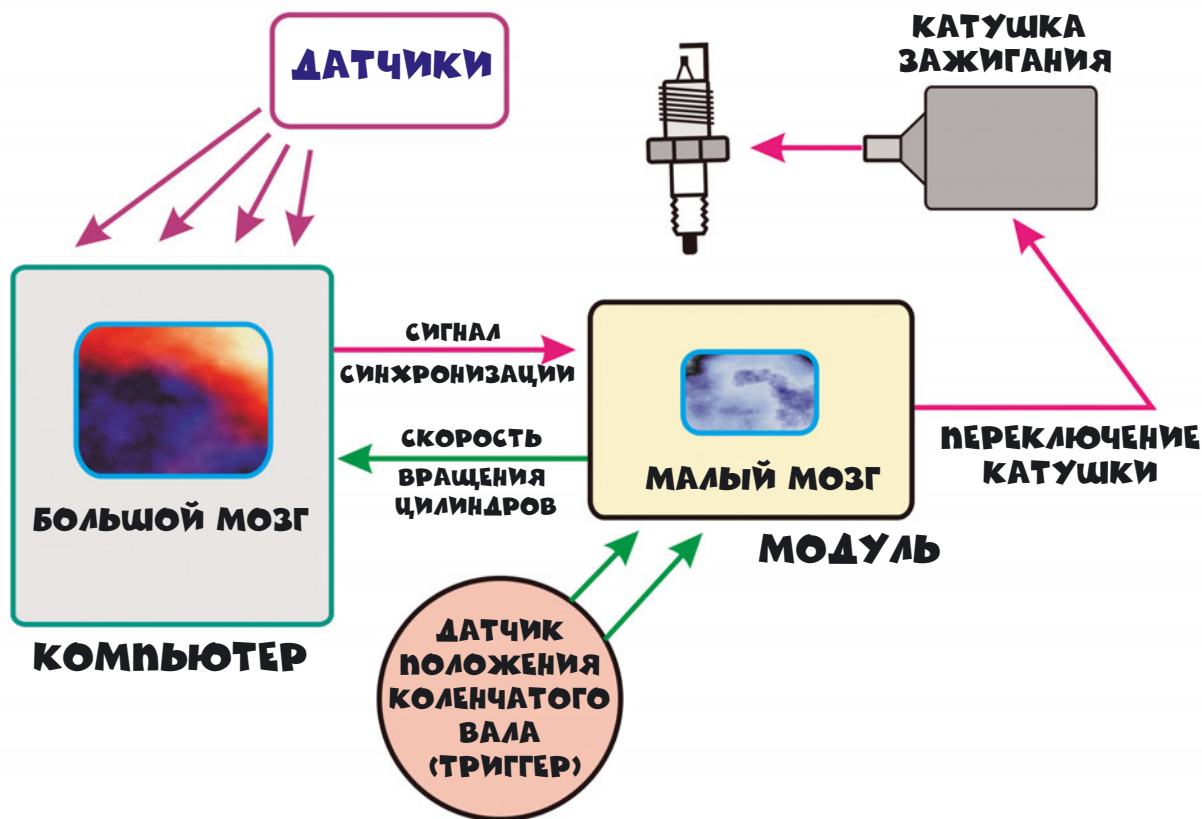


Рис. 6-6. Пусковые сигналы при помощи датчиков отсылают информацию модулю зажигания, после чего тот направляет ее в бортовой компьютер. Получив и обработав информацию от различных цифровых датчиков, компьютер отправляет измененный сигнал синхронизации на модуль зажигания, который, в свою очередь, управляет катушкой зажигания

тийный пробег и даже больше. Например, интервалы обслуживания последних моделей систем СОР, о которых упоминалось выше, составляют 100 000 миль, причем само обслуживание сводится не более чем к замене свечей зажигания. В начале 1980-х большинство автономных электронных систем зажигания было заменено на компьютерные. Их применение полностью исключило использование механических элементов, касающихся, в частности, регулировки опережения зажигания, которые еще присутствовали в старых электронных системах. Теперь опережение зажигания контролируется электроникой и рассчитывается с помощью информации, которая поступает от компьютерных датчиков, установленных на двигателе. Автомобили, произведенные после 1996 года, оснащены программой бортовой диагностики OBDII (OnBoard Diagnostics II), которая позволяет выявлять пропуски зажигания, проблемы в цилиндрах (и если — да, то в каком именно) и идентифицирует проблемы путем выдачи определенного кода неисправности. Большинство современных автомобилей

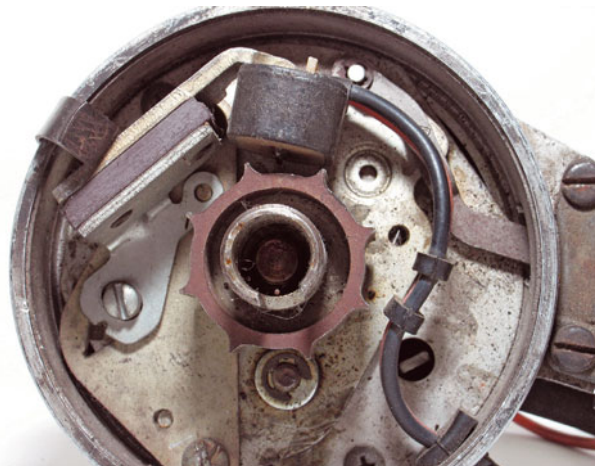
имеют модули зажигания, которые связаны с системами управления двигателем. Пусковые сигналы (сигналы от датчиков), несущие информацию об оборотах двигателя, фазах газораспределения в цилиндрах и положении коленвала, поступают к модулю, который их обрабатывает и посылает к компьютеру. Компьютер определяет различные параметры для опережения зажигания, учитывая при этом скорость вращения коленвала, температуру, нагрузку, наличие детонации, положение дроссельной заслонки, температуру воздуха во впускном коллекторе, атмосферное давление, использование кондиционера и передачу трансмиссии. Получив и обработав информацию от различных цифровых датчиков, компьютер отправляет измененный сигнал синхронизации на модуль зажигания, который, в свою очередь, управляет катушкой зажигания. На современных автомобилях процесс контроля опережения зажигания технически достаточно сложен. Момент зажигания в отдельных цилиндрах может изменяться лишь на 1/4 оборота коленчатого вала.

ТРИГГЕРЫ

На протяжении более 100 лет контактные группы служили в системах зажигания своеобразным «спусковым крючком». Сегодня как в электронных, так и в компьютерных системах функцию включения и выключения катушки зажигания выполняют транзисторы. В современных автомобилях используется только три типа триггеров (переключателей): индукционные катушки, переключатели на эффекте Холла и оптические датчики. Они связаны с коленчатым или с распределительным валом и выдают сигнал о частоте вращения двигателя и положении вала на модуль зажигания. Ниже представлено объяснение того, как работают триггеры каждого типа и каким образом они проверяются.

Индукционная катушка

Каждый раз, когда на электрической схеме указан датчик положения коленчатого вала (датчик оборотов или датчик скорости), имеющий только два выхода, это наверняка катушечный триггер переменного тока. Он работает так же, как генератор переменного тока, то есть вырабатывает переменное напряжение и конструктивно представляет собой магнитный сердечник, размещенный внутри катушки. Каждый раз, когда один из сегментов (зубов) ответного диска (расположенного на валу) проходит мимо сердечника, в обмотке индуцируется ток. Увеличение скорости вращения двигателя увеличивает частоту магнитных импульсов. Модуль зажигания или компьютер отслеживает частоту и, основываясь на этой информации, вычисляет обороты, а также положение коленчатого и распределительного валов (благодаря отсутствию пары сегментов на ответном диске). По мере их увеличения растет не только частота, но и напряжение. Несмотря на то что рост переменного напряжения компьютером игнорируется, этот параметр можно удачно использовать для проверки исправности устройства. Вы можете протестировать это напряжение, используя вольтметр, омметр или логический пробник. При использовании вольтметра отсоедините провод датчика, подсоедините к нему вольтметр в режиме измерения переменного напряжения и проверните двигатель. В обычных условиях величина выходного напряжения должна составлять от 0,5 до 3 вольт. Использование логического пробника представляет собой такой же легкий и эффективный способ проверки. Подсоедините пробник к аккумулятору и, не отключая триггер из цепи, коснитесь одного из двух его выходов. Проверните двигатель — на светодиоде должна возникнуть пульсация. Если переменное напряжение отсутствует (в соответствии с показаниями вольтметра) или логический пробник не отображает импульсы, катушку всегда можно проверить с помо-



Магнитный сердечник размещается внутри катушки и имеет восемь точек для каждого цилиндра. Каждый раз, когда один из сегментов (зубов) ответного диска (расположенного на валу) проходит мимо сердечника, в обмотке индуцируется ток

щью омметра. Сопротивление исправной катушки может варьироваться в зависимости от производителя, но должно находиться в пределах 150–1200 ом. Всегда проверяйте, нет ли поврежденных проводов, ведущих к этому датчику, нет ли на нем металлических опилок и в порядке ли воздушный зазор между датчиком и ответной частью.

Переключатель на эффекте Холла

Эффект Холла — явление возникновения поперечной разности потенциалов (холловское напряжение) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Один из самых распространенных триггеров в составе системы зажигания — переключатель на эффекте Холла (чаще называемый датчиком Холла), состоящий из датчика, магнита, вращающейся пластины и трехпроводного разъема (последнее отличает его от индукционного датчика и других датчиков измерения скорости при обозначении на электрических схемах). Первый провод предназначен для питания устройства, второй — провод заземления, третий — сигнальный провод, передающий информацию на компьютер или на модуль зажигания.

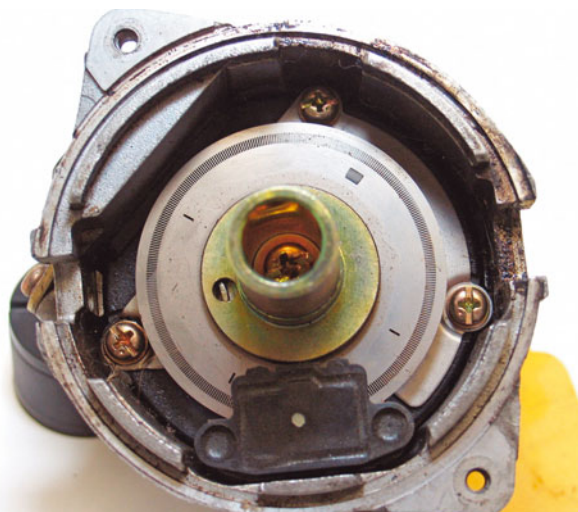
Питание триггера осуществляется опорным (эталонным) напряжением от компьютера. Датчик Холла имеет в своем составе магнит, расположенный напротив переключателя, и набор пластин (по числу цилиндров), вращающихся между датчиком и магнитом. Когда вследствие этого вращения происходит прерывание магнитного поля, напряжение на датчике падает. Выходной сигнал этого переключателя представляет собой серию прямоугольных импульсов, по-



Этот переключатель на эффекте Холла (слева) от автомобиля Ford. Белый пластиковый разъем (справа) соединяет переключатель с модулем зажигания

сылаемых на автомобильный компьютер или модуль зажигания, которые используются для расчета оборотов двигателя и положения коленчатого вала.

Для проверки датчика Холла следует включить зажигание и проверить каждый провод с помощью вольтметра. Методом исключения можно идентифицировать назначение каждого провода. Эталонное напряжение для питания переключателя составляет от 2,5 до 12 вольт в зависимости от года выпуска, марки и модели транспортного средства, на заземляющем проводе напряжение отсутствует, а напряжение сигнального либо равно эталонному, либо немного меньше, в зависимости от положения пластин относительно магнита. Проверните двигатель вручную и оцените показания вольтметра на сигнальном проводе. Если устройство находится в рабочем состоянии, напряжение на нем будет изменяться от опорного до более низкого (иногда до 0). Если изменения не происходит, попробуйте сделать то же самое на другом проводе, поскольку, возможно, вы могли ошибиться и перепутали сигнальный провод с проводом питания. В дополнение к вольтметру при проверке может быть использован логический пробник. Подсоедините его к аккумулятору и, не отключая датчик Холла, щупом пробника коснитесь сигнального провода. Проверните двигатель с помощью стартера. Пробник должен зафиксировать импульсы на сигнальном проводе. Если этого не происходит, убедитесь в наличии переключателя питания (опорного напряжения), контакта с «массой» (заземления), а также в целостности проводов и надежности соединений.



Внутри этого оптического датчика есть 360 отверстий, по одному для каждого градуса коленчатого вала. Внутри кольца имеется 4 отверстия, по одному для каждого цилиндра. Большое отверстие в цилиндре — основа нормальной работы системы зажигания.

Оптические датчики

Оптические датчики — еще один вид триггеров, используемых для передачи информации на модуль зажигания. В классическом виде он состоит из светодиода, фототранзистора и вращающегося металлического (в некоторых моделях датчиков — пластикового) диска с отверстиями. Эти датчики вырабатывают сигналы в зависимости от скорости вращения диска и на электрических схемах характеризуются четырьмя выходами. Выходной сигнал оптических датчиков, как и выход датчиков Холла, представляет собой серию переключающих импульсов прямоугольной формы. В основе его работы лежит попадание света от светодиода на базу фототранзистора через отверстия диска. При вращении диска луч светодиода периодически прерывается, и каждый раз, когда луч прерван, процессор датчика генерирует импульс. Некоторые оптические датчики по своей сути содержат сразу два датчика: один фиксирует положение коленчатого вала, другой связан с распределительным валом и определяет фазы газораспределения в цилиндрах.

Для тестирования оптического датчика используется вольтметр, с помощью которого замеряются напряжения на всех четырех проводах. При положении ON ключа зажигания на одном из проводов будет наблюдаться 12 вольт, на массовом проводе — 0. Но вот определить исправность датчика, замеряя напряжение на сигнальных проводах с помощью вольтметра — достаточно трудная задача. Для ее решения больше подходит логический пробник, с помощью которого определяется наличие или отсутствие сиг-

ТИПЫ ВОЛН

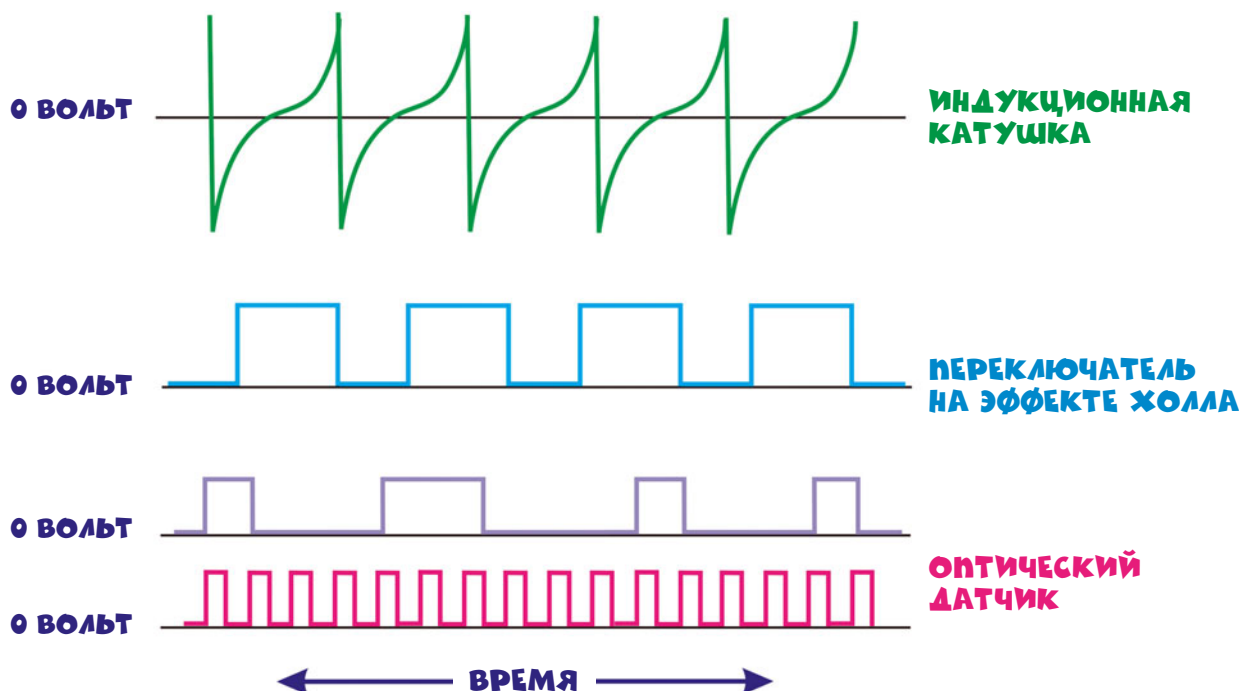


Рис. 6-7. Форма волны катушки переменного тока показывает переход напряжения от отрицательного к положительному, при повороте датчика. Оба переключателя на эффекте Холла, а также оптический датчик производят квадратные волны. Оптический датчик имеет два сигнала — распознавание цилиндров и число оборотов двигателя (нижняя волна)

нала в каждом из двух проводов. Достаточно присоединить пробник к аккумулятору и, проворачивая двигатель, проверить наличие импульсов. При их отсутствии проверьте, не попали ли на диск датчика грязь и масло. Еще раз убедитесь в наличии питания и «массы» устройства.

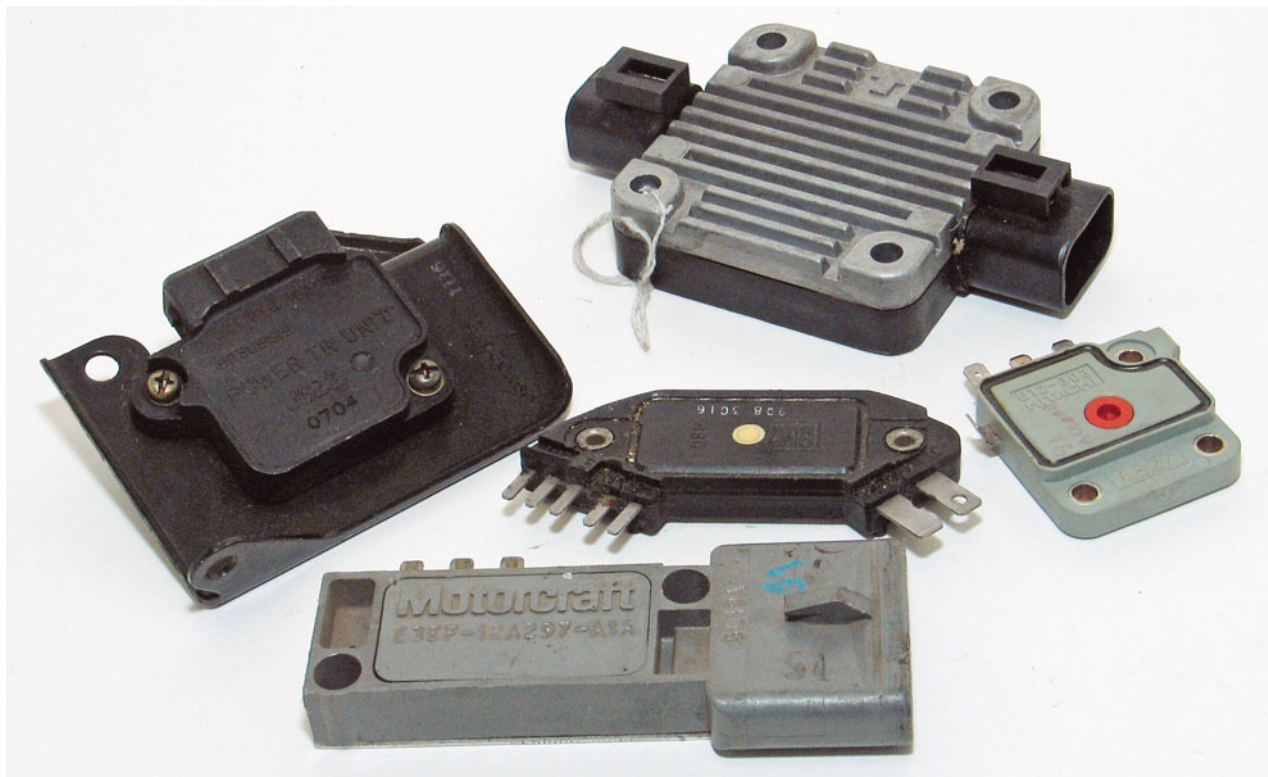
МОДУЛИ ЗАЖИГАНИЯ

Говоря в самой упрощенной форме, модуль зажигания представляет собой трамблер в современном электронном исполнении. Но если трамблер замыкает и размыкает контакты, «получая информацию» о скорости вращения двигателя прямым механическим путем, то модуль зажигания выполняет ту же функцию, получая сигнал от датчиков. Получив этот сигнал, модуль его обрабатывает и дает команду на катушку зажигания. В современных моделях модуль зажигания связан с компьютером, и управление катушкой происходит комплексно, но в любом случае основные операции, возложенные на модуль зажигания, эквивалентны функциям трамблера.

ОБЩАЯ ПРОВЕРКА МОДУЛЕЙ ЗАЖИГАНИЯ

На начальных этапах внедрение электронных систем зажигания ставило в тупик даже профессионалов, когда они сталкивались с проблемой отсутствия искры. Не имея перед глазами механических элементов и не имея возможности физически увидеть их работу, сложно определить, что же происходит на первичной обмотке катушки зажигания. Однако мы можем это сделать, оценив результат функционирования модуля, как и на трамблере. Первый шаг проверки модуля аналогичен процедуре, применяемой и при проверке обычных систем зажигания. Достаточно подключить пробник к катушке зажигания и провернуть двигатель.

Вспышка пробника говорит о двух вещах: (1) модуль зажигания осуществляет коммутацию (то есть включение/выключение) первичной обмотки катушки, (2) триггер посылает сигнал на модуль зажигания. Этот тест работает вне зависимости от типа модуля и от типа катушки (обычная или DIS). Если пробник не реагирует (что указывает на отсутствие первичной коммутации), модуль зажигания следует проверить на наличие пи-



Несмотря на то что модули зажигания выглядят по-разному, все они выполняют одну и ту же функцию. Автомобили, производящиеся после 1984 года, могут использовать бортовые компьютеры, которые работают совместно с системой зажигания и участвуют в управлении катушкой

тания, заземления и входной(ые) сигнал(ы) от датчика (триггера). Также необходимо учесть, что в зависимости от года выпуска, марки и модели транспортного средства модули меняются, поэтому нужно обращаться к конкретным электрическим схемам, определяющим входы и выходы модуля, а также цветность проводов. Цифровой вольтметр поможет определить наличие питания и заземления: убедитесь, что падение напряжения на «массе» близко к 0, а напряжение от аккумулятора присутствует на клемме питания при положении ключа зажигания ON. Затем перепроверьте эти параметры в режиме проворачивания двигателя, а особенно «массу», поскольку при включенном зажигании падение напряжения на этом участке может быть нулевым, а при вращении стартера резко возрастать. Триггерный сигнал приходит непосредственно с датчика (катушечного, Холла или оптического), а на некоторых моделях — с компьютера. Если на входах модуля отсутствует правильное значение напряжения питания, отсутствует триггерный сигнал или нет заземления, то эти проблемы следует устранить до проведения тестирования самого модуля. Если входные параметры верны, но сигнал на выходе отсутствует, модуль подлежит замене.

ТЕСТИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ПОДМЕНЫ

Другой полезный метод проверки заключается в подмене входного триггерного сигнала с целью определения способности модуля зажигания давать команду на катушку. Этот способ носит название «метод подмены», поскольку заземленный (или подключенный к батарее) пробник играет роль источника триггерного сигнала, поступающего на вход модуля зажигания. Если с модулем все в порядке, он обеспечен питанием и хорошо заземлен, катушка должна выдавать высокое напряжение. Этот тест легче выполнить на обычных системах зажигания, хотя он пригоден и для систем с DIS-катушками, и на системах COP (в данном случае нужен комплексный подход, для его проведения часто требуется два пробника и определенная последовательность действий). Если на выходе катушки отсутствует искра, следует проверить ее питание, заземление и исправность (обрыв — короткое замыкание), а также убедиться, что сопротивление лампы пробника не превышает 10 ом. Далее приведены наиболее популярные способы проведения подобного тестирования применительно к конкретным производителям.

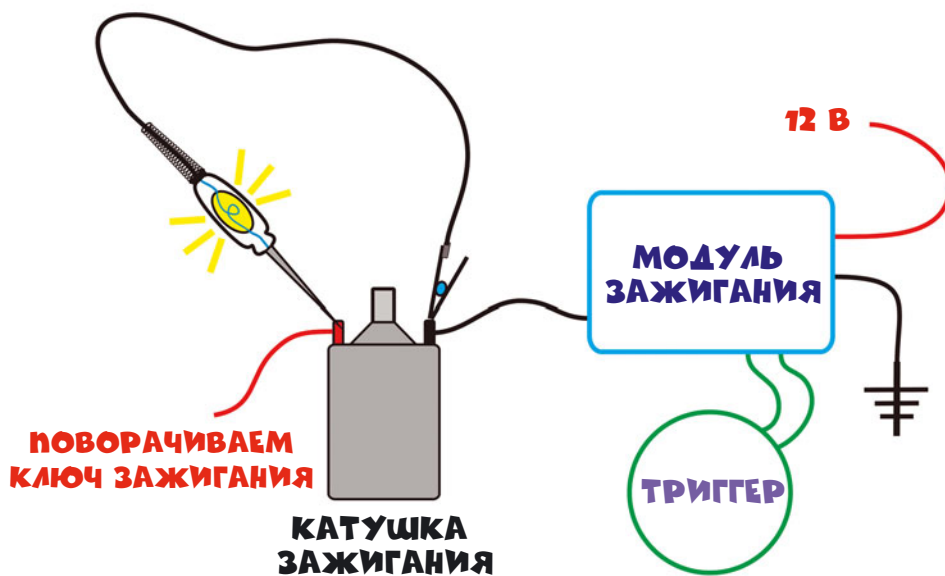


Рис. 6-8. Тестирование с помощью лампы показывает, что модуль отправляет основной сигнал переключения на катушку зажигания. Тест можно использовать для стандартных и DIS-систем

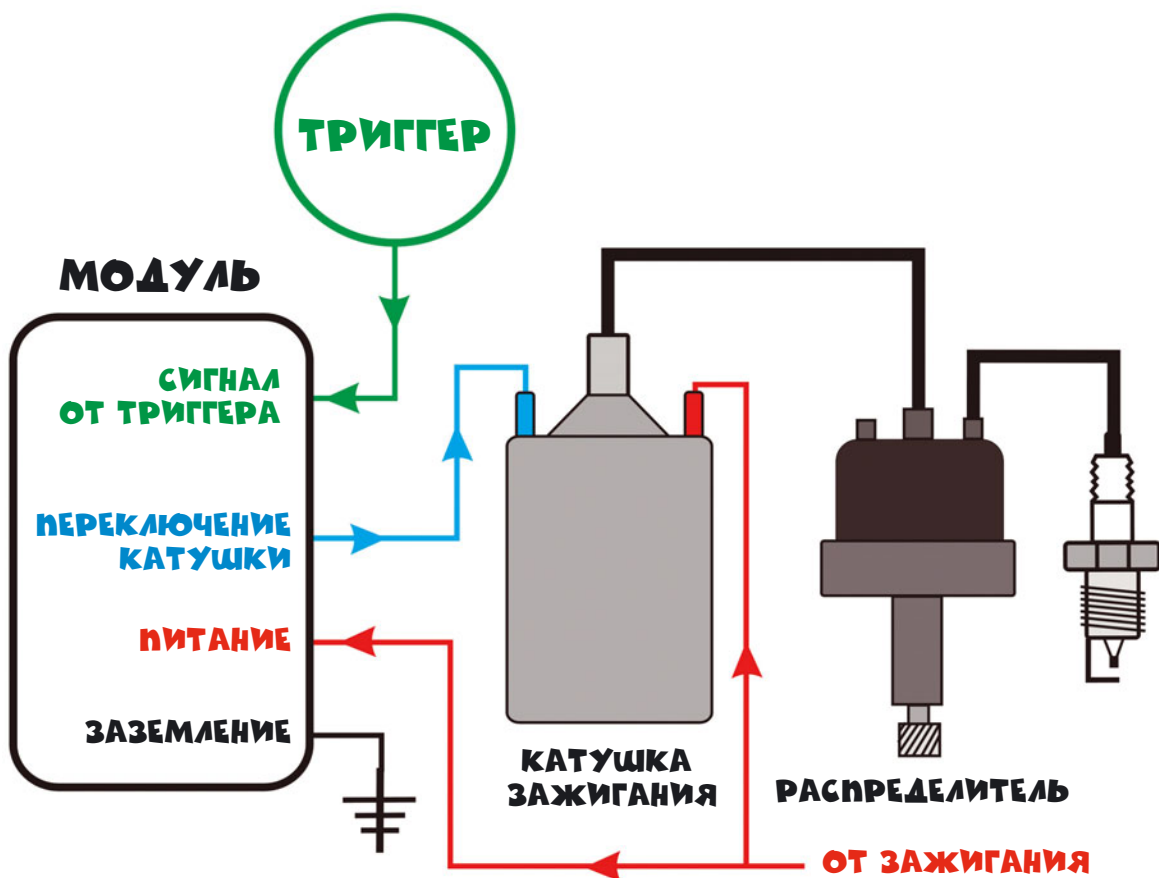


Рис. 6-9. Модулю зажигания необходимо присутствие четырех вещей для создания искры: мощность, «земля», сигнальный провод и переключатель катушки. На монтажных схемах показано, для чего нужен каждый из проводов

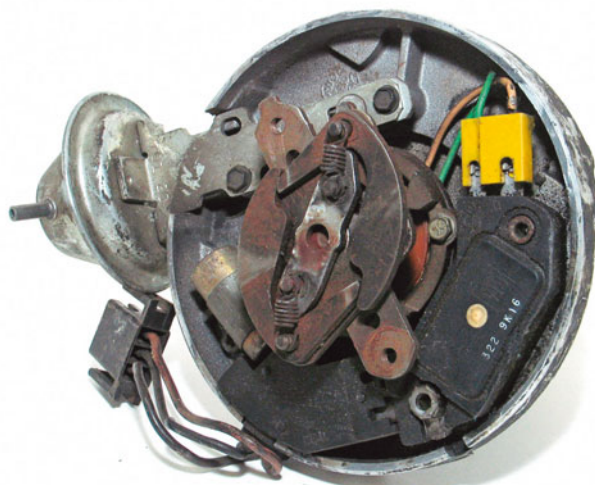
General Motors

Этот тест работает на большинстве автомобилей GM, выпущенных с 1981 по 1993 год, оснащенных распределителем зажигания. В этих автомобилях модуль зажигания расположен внутри распределителя и может иметь 4, 5 или 7 клемм, а провода, соединяющие модуль с индукционной катушкой, окрашены в зеленый и белый цвет. Присоедините тестер свечей зажигания (или старую свечу) к катушке для контроля выработки искры. Затем отсоедините провода катушки от модуля, не отсоединяя остальные, и переведите ключ зажигания в положение RUN. Используя пробник («крокодил» пробника на положительной клемме аккумулятора), коснитесь контактов модуля, предназначенных для проводов белого и зеленого цветов. Если модуль исправен, катушка должна выдавать искру. Если при подключенной катушке этого не происходит, то проблема заключается в самой катушке, но не забудьте измерить ее сопротивление перед заменой. Сопротивление индукционной катушки должно находиться в пределах 500–1500 ом.

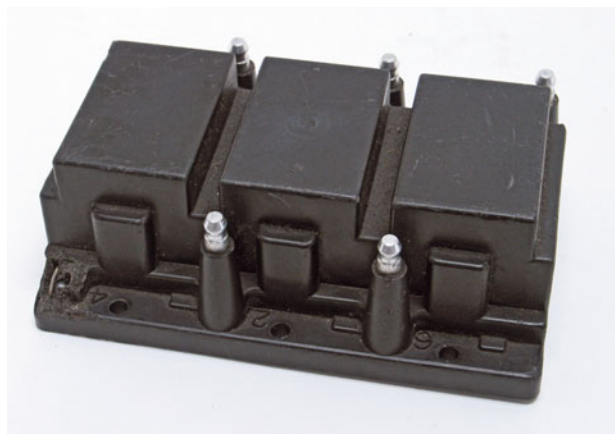
Иногда в тонких проводах обмотки индукционной катушки возникают прерывистые замыкания или размыкания, вызывая пропуски зажигания. При проверке катушки омметром попробуйте нажать на корпус отверткой. Если показания омметра при этом изменятся, катушка требует замены.

Ниже следует описание другого теста для GM моделей 1987–1993 годов выпуска с объемом двигателя 2,8 или 3,1 литра и DIS-катушкой. В этих автомобилях блок из трех катушек зажигания включен непосредственно в модуль зажигания. Отсоедините трехпроводной разъем, ведущий от датчика коленвала, и высоковольтные провода с пакета катушек. Присоедините провод-перемычку к любой клемме одной из катушек и поднесите другой конец этого провода к соответствующей второй клемме той же катушки на расстояние приблизительно в 0,5 дюйма. Обязательно используйте три перемычки (по одной на каждой катушке), так как любая из трех катушек может выдать искру, когда выполняется этот тест.

Поверните ключ зажигания в положение ON и, используя пробник («крокодил» пробника на положительной клемме аккумулятора), коснитесь щупом клемм A и C (контакты подсоединения датчика вала). Если модуль в порядке, между любой из трех пар выходных клемм катушки должна появиться искра. Далее следует проверить сопротивление датчика вала через его модульный разъем: оно должно находиться в пределах 900–1200 ом. (Можно еще измерить значение переменного выходного напряжения датчика между фиолетовым и желтым проводами, которое должно находиться в пределах от 0,3 до 1,5 вольт.)



Присоедините тестер свечей зажигания (или старую свечу) к катушке для контроля выработки искры. Затем отсоедините провода катушки от модуля, не отсоединяя остальные, и переведите ключ зажигания в положение RUN. Если с модулем все в порядке, должна появиться искра



В автомобилях GM блок из трех катушек зажигания включен непосредственно в модуль зажигания

Если по результатам тестирования катушек искра отсутствует, следует проверить питание и «массу» через 2-проводной разъем, идущий к модулю. Вдобавок нужно измерить внутреннее сопротивление каждой катушки. У первичных обмоток оно должно составить 0,3–2 ом, а у вторичных — 5000–10 000 ом.

Если питание и заземление модуля в порядке, а сопротивление обмоток находится в пределах указанных выше значений, то в отсутствии искры зажигания виноват модуль. Этот тест можно проводить и вне автомобиля при условии наличия питания и заземления.



Рис. 6-10. Этот модуль и катушки используются в автомобилях GM на 2,8 и 3,1 литра. Поверните ключ зажигания в положение ON и, используя пробник («крокодил» пробника на положительной клемме аккумулятора), коснитесь щупом клемм А и С (контакты подсоединения датчика вала). Если модуль в порядке, между любой из трех пар выходных клемм катушки должна проявиться искра

Ford Motor Company

В этом подразделе описан тест для систем зажигания Ford Dura Spark для автомобилей выпуска 1975–1990 годов. Эта система позволяет лучше идентифицировать процессы, проходящие внутри распределителя. Модули Dura Spark в типовом исполнении находятся в моторном отсеке и крепятся возле крыла. Для проведения тестирования отсоедините высоковольтный провод от катушки зажигания и установите на его место тестер свечей зажигания. Протестируйте пробником все провода, ведущие к модулю относительно оранжевого провода («крокодил» на оранжевом проводе). Проверните двигатель и оставьте ключ зажигания в положении RUN — это инициализирует модуль. При этом нельзя использовать «удаленный старт» (дистанционный запуск с брелока), иначе тест не сработает. Теперь коснитесь щупом пробника «+» или «-» аккумулятора. Если с модулем зажигания все в порядке, катушка выдаст искру. При получении искры у вас есть три вероятные причины неисправности: (1) замыкание или обрыв индукционной катушки, (2) отсутствие соединения между распределителем и модулем зажигания, (3) распределитель не вращается. Если искра отсутствует, все провода, ведущие к модулю, должны быть проверены с проворачиванием двигателя. Двухпроводной и четырехпроводной

разъемы, будучи подключенными к модулю, проверяются по каждому проводу. Напряжение на черном проводе должно быть равно нулю, на фиолетовом и оранжевом — 0,5 вольта АС (переменный ток). На зеленом должен присутствовать пульсирующий сигнал, который фиксируется как простым, так и логическим пробником. На 2-проводном разъеме должно присутствовать напряжение от аккумулятора в обоих положениях ключа зажигания (RUN и START). Если при проворачивании двигателя на фиолетовом и оранжевом проводе отсутствует напряжение 0,5 вольт АС, не исключена неисправность индукционной катушки. Ее сопротивление должно составлять от 400 до 1300 ом. Кроме этого, нужно проверить и сопротивление обмоток катушки зажигания. Сопротивление первичной обмотки должно лежать в пределах от 0,8 до 1,6 ом, вторичной — от 7700 до 10 500 ом.

С 1982 по 1993 год Ford выпускал системы зажигания с модулем TFI (англ. Thick Film Ignition — толстопленочное зажигание; имеется в виду технология интегральных схем) с разъемом типа SPOUT (англ. Spark output — выход искры). Это съемный разъем, который отключает модуль зажигания с компьютера автомобиля. Столкнувшись с проблемой отсутствия искры в системе TFI, в первую очередь следует отсоединить указанный разъем и, провернув двигатель,

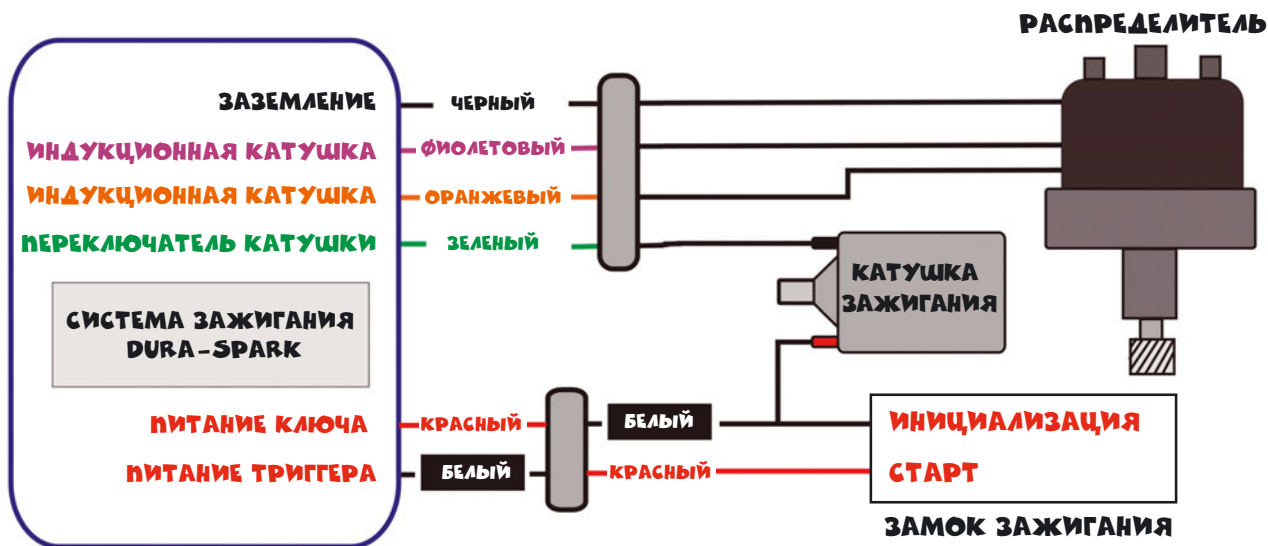
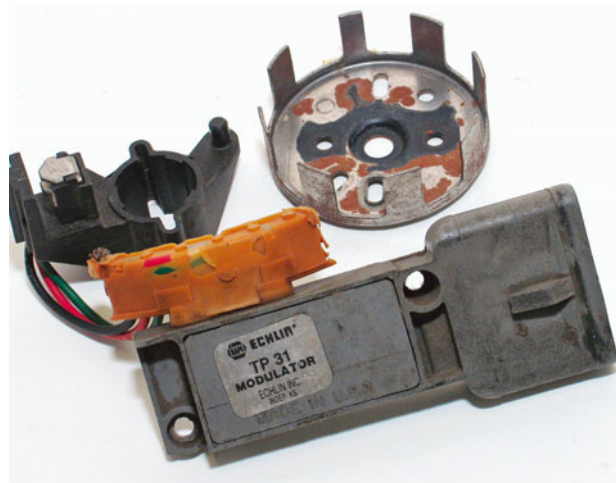


Рис. 6-11. Протестируйте пробником все провода, ведущие к модулю, относительно оранжевого провода. Перед этим не забудьте вставить и повернуть ключ в замке зажигания, иначе тест не сработает

проверить наличие искры. При ее наличии проверьте состояние плавкого предохранителя в цепи и заземление модуля управления двигателем (англ. ECM — Engine Control Module). Если с этим все в порядке, то неисправен сам ECM. При отсутствии искры, оставив SPOUT отсоединенным, снова проверните двигатель (не используйте «удаленный стартер», или тест не будет работать), это инициализирует модуль. Используя пробник, присоедините «крокодил» к проводу под номером 1 (он ближайший к крышке распределителя).

Дотроньтесь щупом пробника до положительной или отрицательной клеммы аккумулятора — при этом должен заработать топливный насос, а катушка выработать искру. Если при вращающемся распределителе происходит искрообразование, то модуль зажигания исправен и проблема заключается в датчике Холла. Если искра отсутствует и тестирование катушки зажигания дает положительный результат (см. подраздел «Общая проверка катушки зажигания»), следует провести проверку проводов, подсоединенных к TFI (см. рис. 6-12). При проворачивании двигателя на контактах 1 и 2 должно присутствовать напряжение 5–6 вольт, на 3 — 11 вольт. На контакте 4 — 11 вольт с ключом в положении RUN. На 5 — пульсирующий сигнал (его можно зафиксировать логическим пробником), на 6 — 0 вольт (это «масса»). Если на всех проводах, подсоединенных к модулю, присутствуют указанные напряжения, то неисправен сам модуль.



Лопасті затвора (справа сверху) находятся внутри распределительного прохода между выключателем эффекта Холла (слева) и магнитом. Переключатель Холла соединен (коричневый разъем) с модулем TFI, который установлен на стороне распределителя

Chrysler

Следующий тест будет касаться автомобилей Chrysler 1972–1989 годов, оснащенных карбюраторным двигателем с тремблером. Распределители этих двигателей работают с одной или двумя индукционными катушками переменного тока. Ниже будут представлены те-

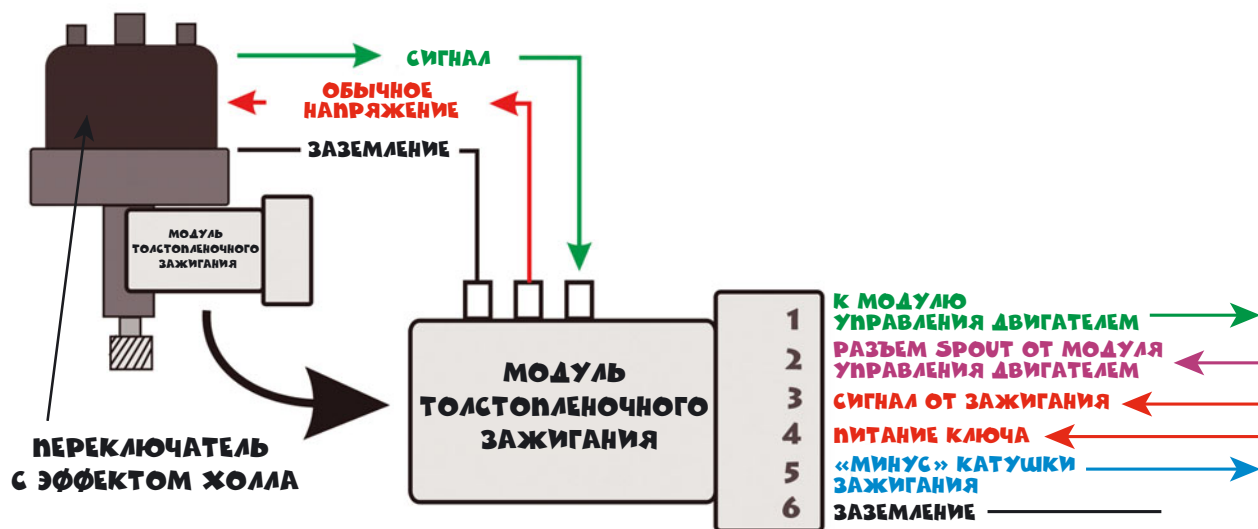


Рис. 6-12. Используя пробник, присоедините «крокодил» к проводу под номером 1 (он ближайший к крышке распределителя). Столкнувшись с проблемой отсутствия искры в системе TFI, в первую очередь следует отсоединить разъем SPOUT



Этот модуль зажигания Chrysler использует большой транзистор, установленный в алюминиевом жаростойком корпусе золотого цвета (левый верхний модуль)

сты для систем зажигания обоих типов. В общем случае на автомобилях с двухкамерным карбюратором установлена одна катушка, с четырехкамерным — две. Если имеются две катушки, одна для режима RUN, а другая — START, управлять работой катушки может как модуль зажигания, так и непосредственно компьютер. В ее цепь могут быть последовательно включены один или два (один сдвоенный) резистора.

Для выполнения тестирования однокатушечной системы зажигания поставьте ключ в положение RUN. Пробником замкните цепь между катушкой и распределителем — катушка должна выдать искру. В случае двухкатушечной системы катушка RUN проверяется таким же способом, как и в случае однокатушечной системы. Для проверки катушки START следует повернуть двигатель (при этом большой разъем распределителя присоединен к START, малый — к RUN). Нужно помнить, что в конкретный период времени работает только одна катушка — RUN при работе двигателя, START — при запуске. Для однокатушечных систем автомобилей выпуска 1972–1976 годов зазор между контактами прерывателя должен составлять 0,008 дюйма (0,2 мм), выпуска 1977–1986 годов — 0,006 (0,15 мм). Для двухкатушечных он составляет 0,008 дюйма (0,2 мм) вне зависимости от года выпуска. Сопротивление катушки должно быть в диапазоне от 50 до 900 ом, одного резистора — 1,25 ом, сдвоенного — 5 ом. Если при тестировании искра не производится, следует проверить питание и заземление модуля зажигания или компьютера. В автомобилях Chrysler с электронной системой впрыскивания (с инжектором) выпуска 1984–1995 годов используется датчик Холла, встроенный в распределитель. Вдобавок к этому триггеру в моделях 1984–1987 годов используется два компьютерных устройства — логический модуль (размещен внутри салона под накладкой порога с пассажирской стороны) и модуль питания (размещен рядом с аккумулятором). В более

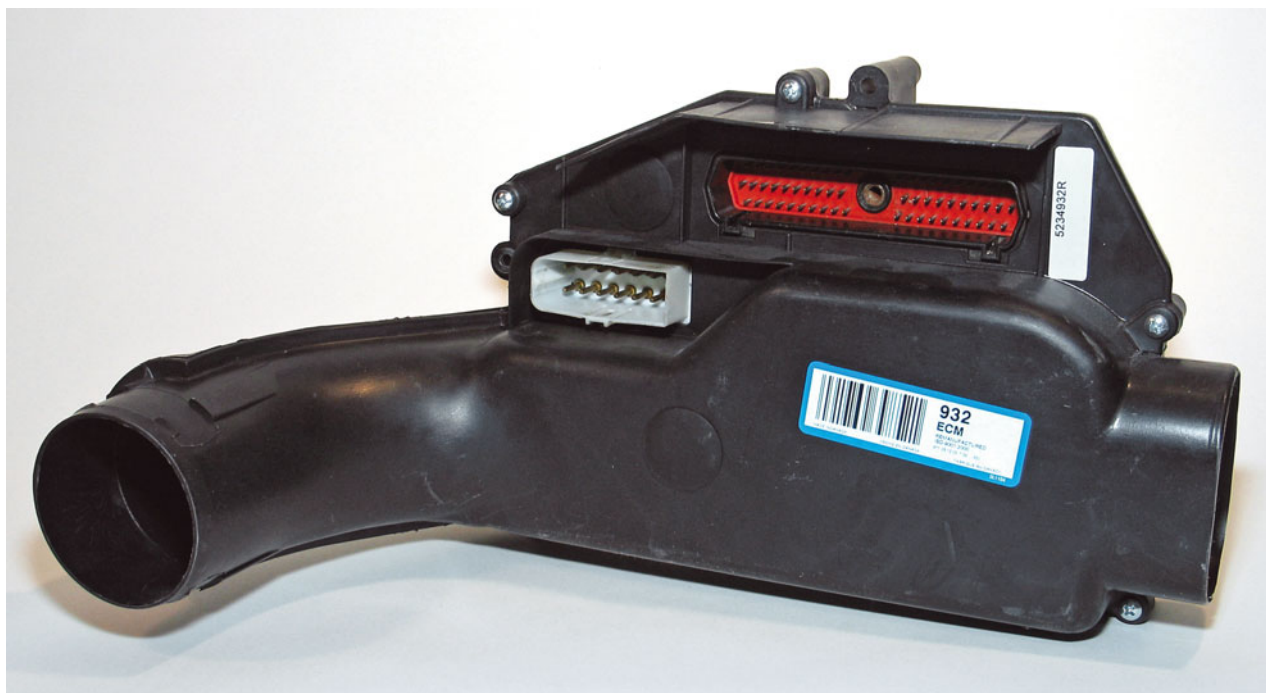
Реле автоматической блокировки (ASD) находится внутри модуля питания (сверху). В дополнение к функциям контроля топливных форсунок и топливного насоса данное устройство служит катушкой зажигания в ранних моделях Chrysler. Мозг системы управления двигателем — логический модуль (внизу)



поздних моделях 1995–1998 годов применяется только один компьютер SBEC (англ. Single Board Engine Controller — контроллер двигателя на единой плате).

Во всех автомобилях рассматриваемого типа используется реле автоматической блокировки (англ. ASD — Auto Shut Down — автоматическое отключение) топливных форсунок, топливного насоса и катушки зажигания. Это реле управляется бортовым компьютером и включается через две секунды после перевода ключа в положение RUN. Если ключ переходит из положения RUN в положение START более двух раз (обычно это происходит, когда двигатель не заводится), компьютер выключает это реле и не включает его до тех пор, пока не будет получен сигнал от распределителя о работе двигателя. Во избежание этой потенциальной проблемы следует исключить цепь компьютерного управления ASD еще до начала тестирования. Для этого нужно подключить на «массу» провод управления реле. Несмотря на то что само ASD может быть как внешним, так и встроенным, необходимо уточнить по электрической схеме нахождение этого провода. Обычно он маркируется как «ASD Control» или «ASD Relay». Найдя этот провод, используйте подключенный на «массу» пробник для его срабатывания. После этого удостоверьтесь, что на входе катушки присутствует 12 вольт и работает топливный насос. Теперь подключите ASD обратно в цепь.

Ниже представлен отдельный тест системы зажигания Chrysler выпуска 1984–1987 годов с объемом двигателя 2,2 и 2,5 литра. В этих автомобилях применен распределитель со встроенным датчиком Холла и трехпроводной компьютерный разъем. Кроме того, в этих автомобилях установлены два компьютера — логический и энергетический модули. Реле ASD встроено в энергетический модуль, а его управляющий провод имеет голубую окраску с желтой полосой. Для начала тестирования отсоедините разъем от распределителя и поставьте ключ в положение ON. Используя подключенный на «массу» пробник, коснитесь серого провода, идущего на логический модуль, — это должно вызвать образование искры на катушке зажигания. После получения искры подсоедините разъем распределителя обратно, проверните двигатель и с помощью логического пробника убедитесь в наличии сигнала с датчика Холла (серый провод). При его отсутствии проверьте каждый из трех проводов, идущих на распределитель, при отсоединенном разъеме. На оранжевом проводе должно быть 8 вольт, на сером — 5 вольт и на черном — 0 («масса»). Если напряжение присутствует в указанных значениях, требуется замена датчика Холла. В случае отсутствия искры проверьте наличие питания и заземления энергетического модуля, используя электрическую схему конкретной модели автомобиля. Если с проводами все в порядке, то, скорее всего, неисправен энергетический модуль.



В 1988 году Chrysler объединил автоматические и логические модули в регулятор управления двигателем (SBEC). Для охлаждения электроники весь воздух, входящий в двигатель, должен пройти через воздухопровод, в конце которого находится SBEC

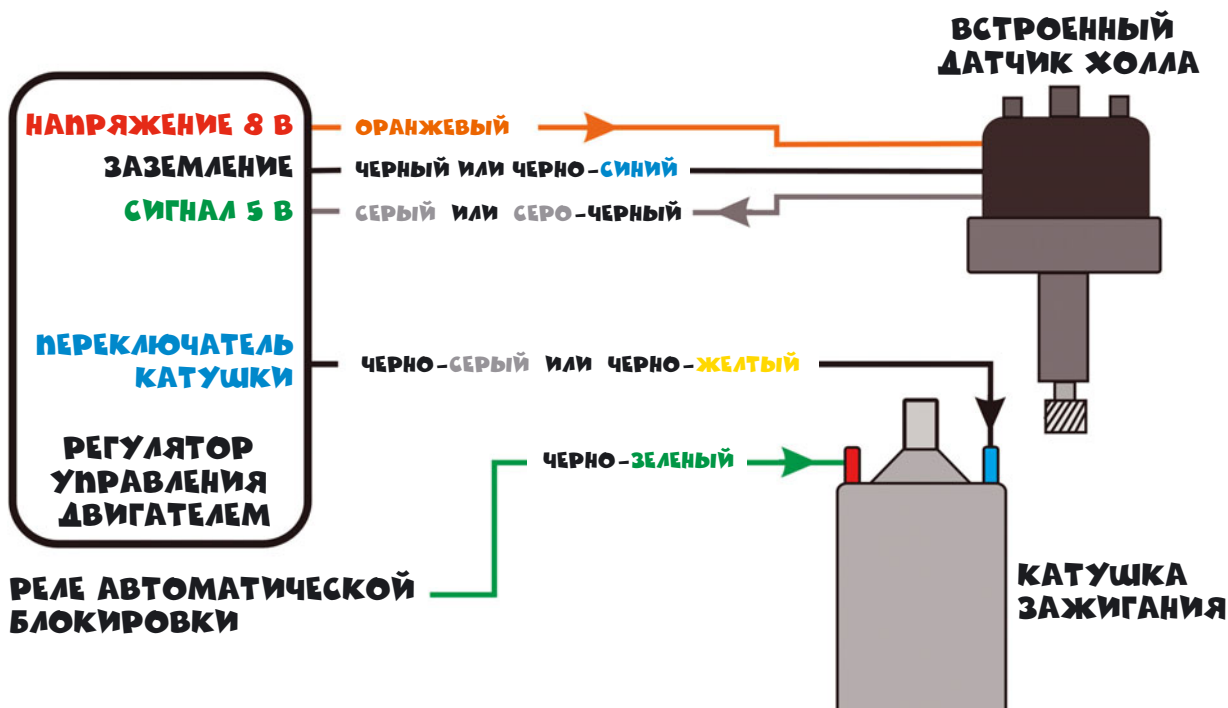
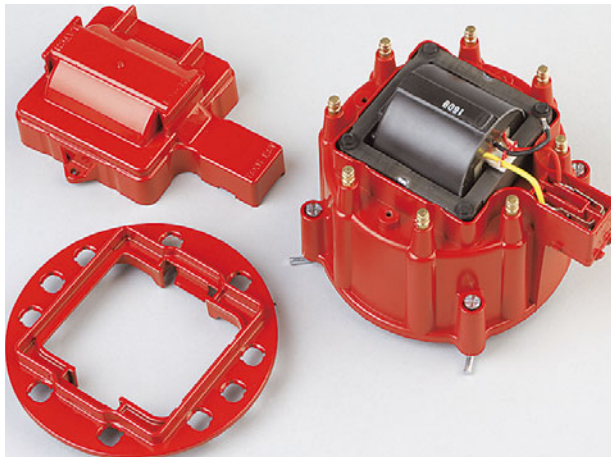


Рис. 6-13. После заземления реле ASD на системе зажигания Chrysler проверьте мощность катушки, прежде чем выполнять тестирование. Если реле не работает, искры не будет



Эти провода зажигания выполнены из силикона, который может выдержать 260 °С. Они доступны либо в карбоне, либо в стекловолокне и предназначены для гонок



Это высокоэнергетическое зажигание (HEI) идет в качестве комплекта для модернизации автомобилей GM. Использование данных частей повышает производительность автомобиля

Проверка системы зажигания Chrysler 1988–1995 годов выпуска проводится по тому же сценарию. Но в этих автомобилях используется только один компьютер SBEC. На моделях этих лет реле ASD всегда имеет внешнее исполнение (как и в предыдущем случае, оно должно быть соединено с «массой» с помощью подключенного на «массу» пробника). Перед началом тестирования отсоедините трехпроводной разъем от распределителя. После перевода ключа зажигания в положение RUN замкните подключенным на «массу» пробником серый (темно-серый) провод со стороны разъема. Катушка должна выдать искру. При наличии искры подсоедините разъем обратно и, используя логический пробник, проверьте наличие сигнала с датчика Холла



Этот тестер MT2500 kV может использоваться и на обычных, и на DIS-системах. Светодиоды показывают уровень напряжения на искре зажигания

при проворачивании двигателя. Если сигнал отсутствует, проверьте каждый из трех проводов, идущих на распределитель при отсоединенном разъеме. Напряжение на оранжевом проводе должно составлять 8 вольт, на сером (темно-сером) 5 вольт и на черном (темно-синем) 0 («масса»). Если напряжение присутствует в указанных значениях, требуется замена датчика Холла. В случае отсутствия искры проверьте наличие питания и «массу» энергетического модуля, используя электрическую схему на конкретную модель автомобиля. Если с проводами все в порядке, то, скорее всего, неисправен энергетический модуль.

ВТОРИЧНАЯ ЦЕПЬ ЗАЖИГАНИЯ

До сих пор мы имели дело только с первичной цепью системы зажигания, теперь сместим фокус внимания на вторичную цепь. Выработанная катушкой зажигания искра должна направляться на соответствующую свечу зажигания в определенном порядке. На транспортных средствах с распределителем высокое напряжение, сгенерированное катушкой, по высоковольтному проводу попадает на вращающийся ротор, который через бегунок (подвижную клемму) распределяет его по цилиндрам в соответствии с заданной последовательностью работы двигателя. Эта последовательность определяется конфигурацией коленчатого



Индуктивный стробоскоп, прикрепленный проводом к катушке зажигания, покажет возможные сбои в работе

го и распределительного валов. Когда поршень приближается к верхней мертвой точке на такте сжатия, топливно-воздушная смесь готова к тому, чтобы воспламениться от свечи (как от элемента системы зажигания). От крышки распределителя напряжение перемещается вдоль высоковольтного провода зажигания к свече зажигания в нужном цилиндре. На транспортных средствах без распределителей правильная последовательность воспламенения по цилиндрам определяется модулем зажигания или компьютером (в системах СОР на каждую катушку индивидуально).

Встречая на своем пути воздушный зазор свечи зажигания, напряжение должно преодолеть высокое сопротивление между центральным и боковым электродами. С учетом того, что, находясь в верхней мертвой точке, поршень создает избыточное давление, сопротивление воздушного зазора становится еще выше, следовательно, от системы зажигания требуется создавать дополнительное напряжение для того, чтобы искра смогла «перепрыгнуть» с одного электрода на другой. На старых автомобилях это напряжение должно было составлять приблизительно

но от 15 000 до 20 000 вольт при открытом дросселе. Современные топливные системы, использующие трехкомпонентные каталитические преобразователи, готовят чрезвычайно обедненные горючие смеси, которые трудно воспламенить. Кроме того, система рециркуляции выхлопных газов (англ. EGR — Exhaust Gas Recirculation) усложняет задачу воспламенения еще больше, и напряжение, работающее на старых моделях, не способно «пробить» среду в камере сгорания современных двигателей. Фактически напряжение вторичной цепи зажигания может составлять 50 000 вольт, а на наиболее современных моделях выше 100 000 вольт.

Ток высокого напряжения в системе зажигания ищет себе дорогу на «массу» и обратно в батарею по пути наименьшего сопротивления. Поскольку со временем вторичные провода, крышка и ротор распределителя изнашиваются, их необходимо периодически осматривать на отсутствие механических повреждений и искрения во избежание появления утечки тока. Проверяйте изнутри состояние крышки распределителя на предмет отсутствия углеродных отложений,

После распыления воды на провода зажигания можно использовать контрольную лампу для обнаружения поврежденных проводов или свечей зажигания. Когда мы поднесем ее к поврежденному проводу, появится небольшая искра



проявляющихся в виде блестящих черных полос. На кончике ротора и высоковольтных контактах распределителя могут возникнуть зеленые и белые пятна коррозии. Вторичные провода следует осматривать на отсутствие трещин, ломкость изоляции и ослабление контакта с крышкой трамблера и свечами зажигания. Безусловно, состояние крышки и ротора может быть проверено с помощью омметра, но его показания только подтвердят разомкнутость цепи. Помните, что показания омметра вовсе не означают, что цепь не будет давать осечек, находясь под нагрузкой. Омметром можно проверить и высоковольтные провода, однако значение их сопротивлений варьируется в очень широком диапазоне в зависимости от производителя, поэтому перед их проверкой обязательно нужно ознакомиться со спецификацией. Из вышесказанного следует, что проверка с помощью омметра имеет весьма ограниченные возможности. Когда водитель предельно открывает дроссельную заслонку, степень сжатия в камере сгорания увеличивается до максимума, и любое добавочное паразитарное сопротивление может стать причиной того, что ток уйдет на «массу», не достигнув свечи.

Существует несколько недорогих способов диагностики вторичной цепи зажигания. Зажим индук-

тивного стробоскопа поместите на высоковольтный провод между крышкой трамблера и катушкой зажигания и запустите двигатель. Неравномерное мигание светового индикатора (пропуск вспышек) указывает на неполадки с катушкой зажигания либо на наличие проблем в проводах первичной цепи. Если стробоскоп не выдает ошибок, но двигатель явно пропускает зажигание, проверьте таким же образом высоковольтный провод каждой отдельной свечи. Этот тест работает и на DIS-катушках, но нужно быть уверенным, что соблюдается попарность проводов. В системе СОР катушка должна быть извлечена и соединена со свечой зажигания временным проводом, чтобы можно было подключить прибор.

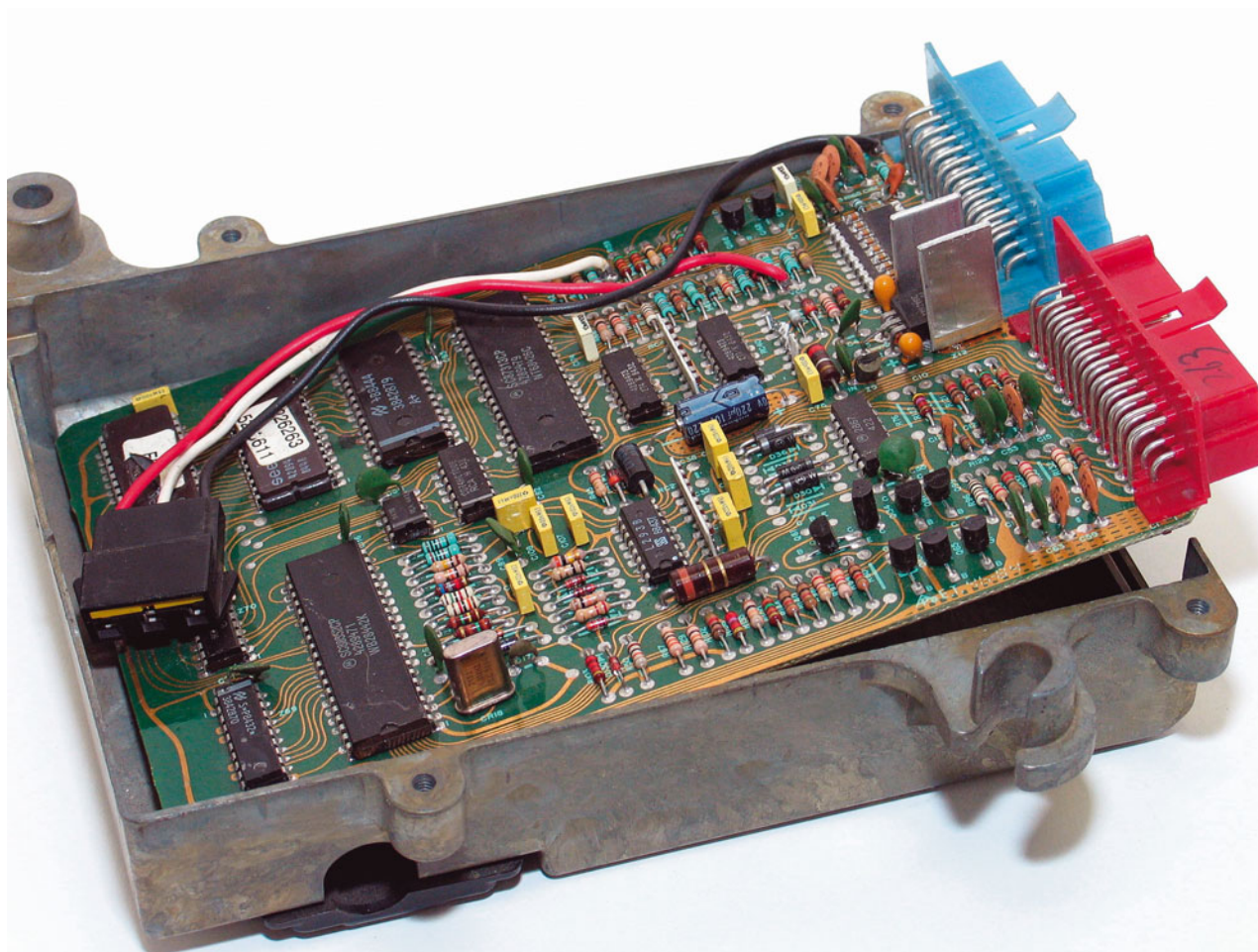
Для другого способа вам понадобится только пробник и немного воды. Используя пульверизатор, смочите провода зажигания. Влага увеличит нагрузку и спровоцирует появление тока утечки. Подключите пробник на «массу» и запустите двигатель. Последовательно перемещая щуп пробника вдоль высоковольтных проводов, слушайте работу двигателя. Когда щуп дойдет до проблемного участка, двигатель начнет пропускать зажигание. Таким образом, это тестирование можно осуществлять даже в темноте не только визуальным, но и на слух.

ГЛАВА 7

СИСТЕМА ТОПЛИВНОГО ВПРЫСКА

Издав последний вздох, производство карбюраторных автомобилей в США окончательно умерло в 1994 году. Широкое внедрение электронных систем зажигания, разработанных в 1975 году, и электронных систем впрыска топлива, разработанных в 1984-м, было обусловлено ужесточением экологических стандартов, определяющих выброс в атмосферу вредных веществ. За короткий период в первой половине 1980-х производители предприняли попытку создать электронно-управляемые карбюраторы, которые соответствовали бы требованиям экологов. Однако эти системы несли

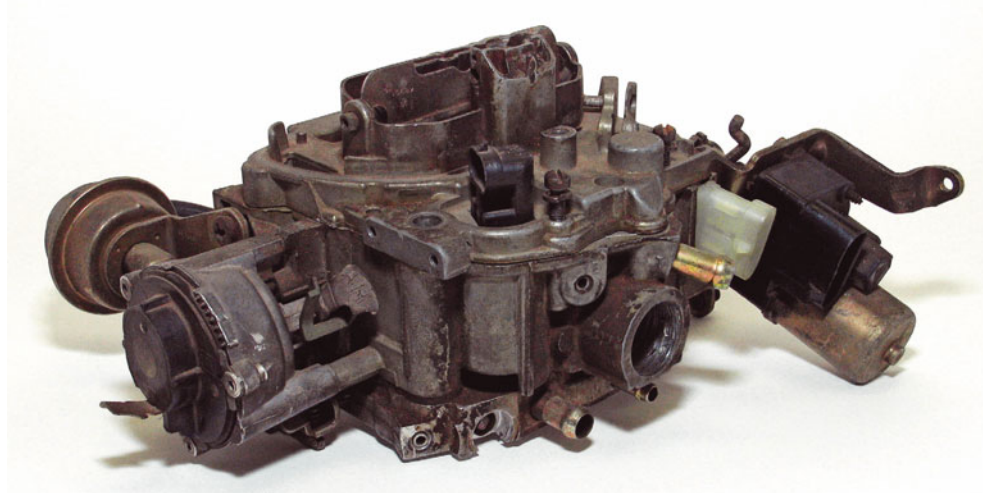
с собой множество проблем, связанных и с инженерными недоработками, и с отсутствием должной подготовки специалистов. К счастью, попытки взять под контроль выбросы вредных веществ таким способом остались в прошлом. В настоящее время все автомобили, произведенные в США, или для США — используют электронную систему впрыска топлива (англ. EFI — Electronic Fuel Injection). Помимо легковых автомобилей и легких грузовиков на EFI сейчас переходят и другие транспортные средства — мотоциклы, скутеры, садовые тракторы и т.п. В наши дни любой



СИСТЕМА ТОПЛИВНОГО ВПРЫСКА

Электронный блок управления впрыском (ЕСМ) впервые появился в автомобилях GM. Законодательные акты и всеобщая доступность компьютеров позволили быстро переключить производство карбюраторных моделей на автомобили с электронным блоком управления

Карбюраторы с компьютерным управлением были промежуточными устройствами между старыми карбюраторами и новыми электронными системами впрыска



техник — будь то профессионал или любитель, — не понимающий, как работает EFI, имеет крайне ограниченные возможности при проведении электродиагностических работ. Однако работа с EFI не настолько сложна, как многие считают. Так же, как электронные системы зажигания, различные конструкции EFI во многом схожи, поэтому, как только техник понимает основы функционирования EFI, большинство типов относительно легко поддаются диагностике.

КАРБЮРАТОРЫ

Для функционирования всех бензиновых двигателей внутреннего сгорания нужны две базовые основы — искровой разряд свечи в нужный момент и топливно-воздушная смесь правильного состава для любых заданных оборотов и при открытии дроссельной заслонки.

Система доставки топлива карбюратором состоит из отдельных топливных и воздушных контуров, каждый из которых имеет конкретную функцию. В самом общем виде работа карбюратора заключается в следующем. В момент старта холодного двигателя воздушная заслонка полностью закрыта, состав горючей смеси получается богатым, что не дает двигателю заглохнуть. Когда двигатель прогревается и достигает рабочей температуры, воздушная заслонка открывается, а дроссельная находится в закрытом состоянии. В этом режиме (режим холостого хода) карбюратор приготавливает смесь обогащенного состава. При открытии дроссельной заслонки система обеспечивает подачу дополнительного топлива, как того требует двигатель. Воздушный поток в двигатель увеличивается, и топливные контуры регулируют подачу топлива относительно степени открытия дроссельной заслонки. При резком открытии дроссельной заслон-

ки ускорительный насос впрыскивает топливо непосредственно во впускной коллектор, и обогащенный состав смеси становится ближе к богатому.

Несмотря на то что карбюраторные топливные системы существуют уже более ста лет и справляются со своими функциями, в общем-то, неплохо, есть некоторые вещи, которые они принципиально исполнить не могут. По физической сути карбюратор представляет собой кусок алюминия с набором просверленных в нем отверстий, через которые комбинируется соотношение бензина и воздуха в зависимости от режима работы двигателя. Но его реакция на постоянно меняющиеся условия рабочей среды, в частности на температуру двигателя, достаточно ограничена. Отсутствие точного регулирования приводит к перерасходу топлива, особенно в режимах полной нагрузки и ускорения. Другими словами, карбюратор стал слишком грубым устройством, и для обеспечения горючей смесью современных автомобилей появилась потребность в более «умной» системе.

ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ТОПЛИВНОГО ВПРЫСКА

В дополнение к выполнению всех функций карбюратора система EFI также контролирует обороты холостого хода двигателя и различные функции синхронизации системы зажигания. Она регулирует подачу топлива с помощью электромагнитных клапанов (топливных форсунок), которые имеют электронное управление и открываются в заданное время. Когда клапаны открыты, воздушно-топливная смесь распыляется в двигатель (во впускной коллектор или в каждый цилиндр). Время открытого состояния называется длительностью импульса форсунки, и чем она больше, тем больше количество впрыскиваемого

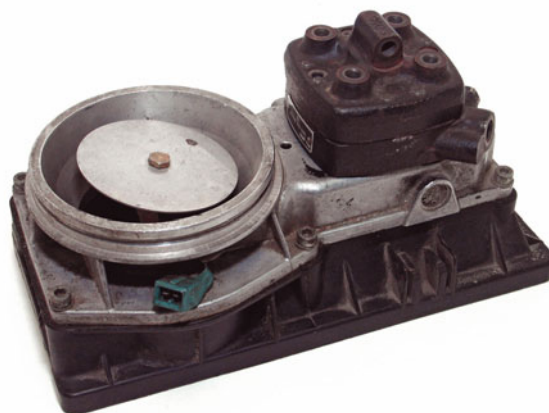


Этот дроссель и инжекторы составляют современную систему электронного впрыска Ford, которая обеспечивает более эффективную и надежную работу по сравнению со старыми карбюраторами

топлива. При принципиальной схожести разных систем EFI существуют некоторые различия в стратегии развития конструкции и электронного управления.

В двигателях с системой центрального впрыска (англ. TBI¹ — Throttle Body injection — впрыск в корпус дроссельной заслонки) топливо дозируется одним или двумя инжекторами (расположенными там, где раньше находился карбюратор) и доставляется в цилиндры двигателя через впускной коллектор. Поскольку физически горючей смеси приходится перемещаться на разные расстояния, чтобы достичь отдельных цилиндров, система TBI имеет некоторые проблемы с распределением топлива.

В отличие от TBI, в двигателях с системой распределенного впрыска (англ. PFI¹ — Port Fuel Injection — впрыск топлива во впускной канал) используются индивидуальные форсунки для каждого цилиндра, что делает эту систему более эффективной. Система PFI распыляет топливо непосредственно у впускных клапанов двигателя; следовательно, подача топлива



Некоторые из систем впрыска Bosch используют комбинированные компоненты, как механические, так и электронные. На рисунке изображен датчик массового расхода воздуха и механический топливный распределитель

точнее, поскольку, чтобы попасть в камеру сгорания, оно должно преодолеть значительно меньший путь. В конце концов, на смену PFI пришла система последовательного распределенного впрыска (англ. SPFI¹ — Sequential Port Fuel Injection — последовательный впрыск топлива во впускной канал). В ней так же, как и в PFI, происходит впрыск по цилиндрам, но включение инжекторов происходит последовательно в соответствии с порядком зажигания. В результате точность подачи увеличивается, снижается расход топлива и уменьшается токсичность выхлопных газов.

И, наконец, еще одна разновидность EFI — система Bosch KE Jetronic. Она использует датчик массового расхода воздуха. При открытой дроссельной заслонке он замеряет количество воздуха, поступившего на двигатель, а механический топливный распределитель раздает смесь на каждую отдельную форсунку. Сами форсунки представляют собой обыкновенные клапаны давления, и для непосредственного управления ими электроника не используется. Такие системы можно найти только в европейских моделях.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ EFI

Для того чтобы электронный блок управления (англ. ECM — Electronic Control Module) мог управлять работой форсунок с учетом опережения зажигания, он должен получать информацию об оборотах двигателя, его температуре и давлении, а также о некоторых других параметрах. Эта информация поступа-

¹ Приведенные аббревиатуры характерны для американского автомобильного рынка. В Европе и Японии существуют собственные названия систем впрыска (и не только) и, соответственно, аббревиатуры. — *Прим. редактора.*

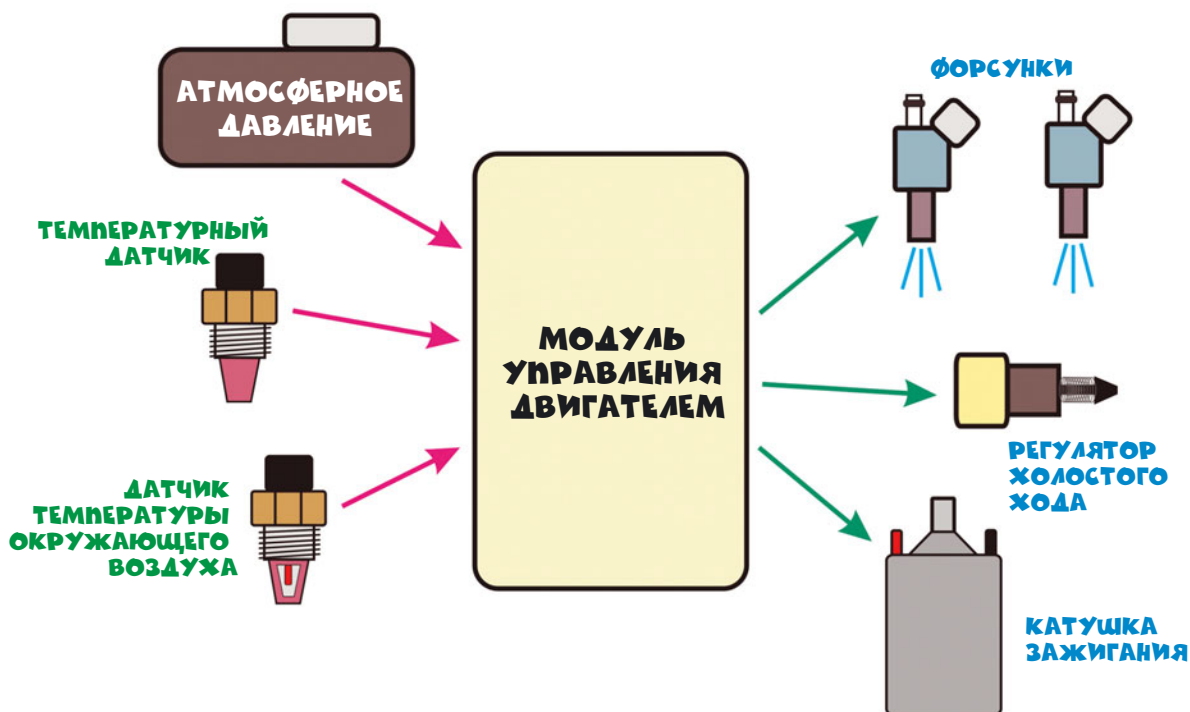


Рис. 7-1. Взгляните, как быстро камера и дроссель цепи на карбюраторе, датчик охлаждения, датчик температуры воздуха, датчик давления, ЕСМ и инжекторы создают смесь для холодного старта двигателя. Регулятор холостого хода увеличивает скорость вращения двигателя на холостом ходу при холодном запуске, в результате чего он не заглохнет

ет в ЕСМ через датчики и используется для общего управления двигателем. Более подробно работа EFI будет рассмотрена ниже.

Старт двигателя

Представьте, что вы сели за руль нового автомобиля прекрасным осенним утром (само собой разумеется, что автомобиль оснащен современной инжекторной системой). Прежде чем двигатель запустится, ЕСМ получает с датчиков информацию о температуре охлаждающей жидкости и воздуха, а также о барометрическом давлении. Внешняя температура составляет +10 °C (автомобиль простоял всю ночь на улице, и температура охлаждающей жидкости равна внешней температуре). Предположим, ваш воображаемый автомобиль простоял на пляже, и барометрическое давление соответствует давлению на уровне моря. При повороте ключа в положение RUN включается ЕСМ. С учетом холодного двигателя и полученного значения давления ЕСМ, в соответствии со своей внутренней программой, формирует на инжектор импульс определенной длительности, обеспечивая им создание богатой смеси и, параллельно, открывая воздушный клапан регулятора холостого хода (англ. IAC — Idle Air Controller) для поддержания устойчи-

вого режима холостого хода. Это нужно, чтобы двигатель не заглох до достижения рабочей температуры. При повороте ключа в положение START, как только двигатель начинает вращаться, управляющий блок получает сигналы датчиков положения коленчатого и распределительного валов. Датчик коленвала информирует о частоте вращения, а датчик распредвала — о фазах газораспределения в цилиндрах. Каждая форсунка работает в импульсном режиме. В режиме холодного пуска при каждом обороте коленвала ЕСМ подключает все форсунки, однако по мере прогрева они начинают работать в соответствии с порядком зажигания. Как упоминалось выше, такая система называется последовательной (SPFI). Она снижает токсичность выхлопных газов, повышает мощность и экономит расход топлива.

Прогрев и движение

После прогрева двигателя топливно-воздушную смесь следует обеднить, то есть создать в ней меньшее количество топлива и большее количество воздуха. ЕСМ решает эту задачу, уменьшая длительность импульса форсунки. Также он снижает число оборотов холостого хода, прикрывая клапан IAC. При переводе рычага автоматической коробки передач в положе-

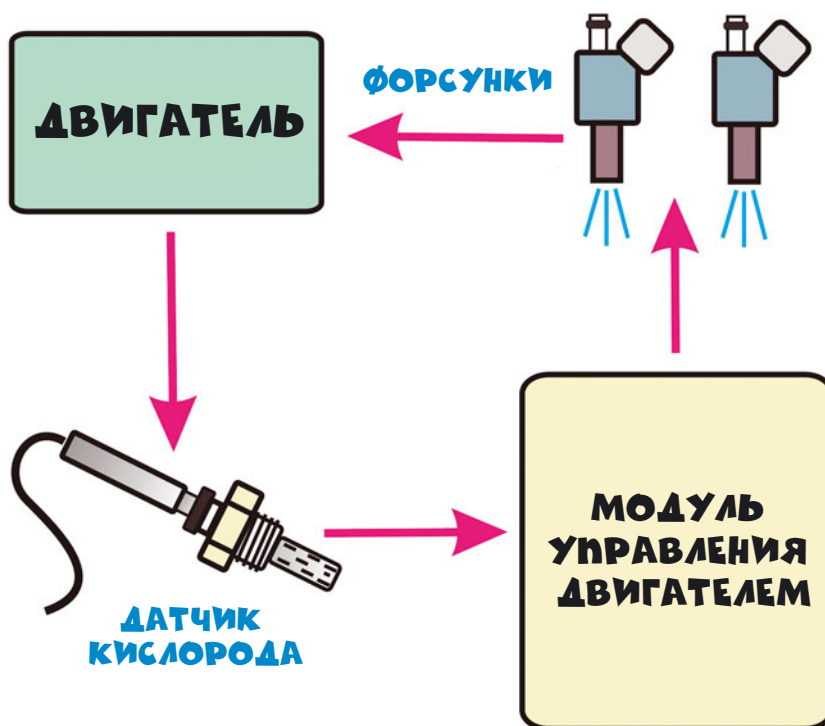
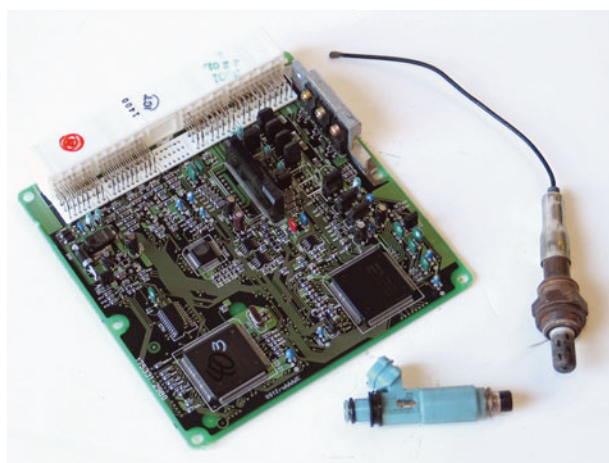


Рис. 7-2. Взаимодействие между ЕСМ, топливными форсунками и датчиками кислорода (лямбда-зондами) иногда называют обратной петлей, или замкнутой системой управления

ние DRIVE ECM немедленно изменяет угол опережения зажигания и немного приоткрывает IAC для поддержания оборотов холостого хода двигателя. Этим действием обеспечивается плавный переход двигателя из режима холостого хода в режим малых нагрузок (начало движения). При нажатии акселератора ECM проверяет некоторые входящие данные для определения длительности импульса и угла опережения зажигания.

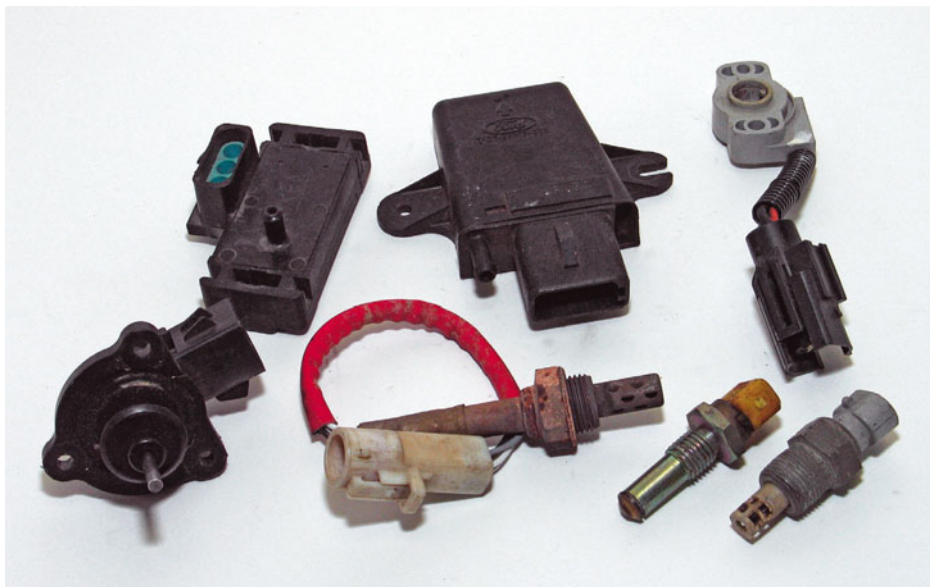
Датчик положения дроссельной заслонки (англ. TPS — Throttle Position Sensor) выдает информацию, на какой угол и как быстро открылась заслонка. Датчик массового расхода воздуха (англ. MAF — Mass Air Flow) измеряет количество воздуха, поступившего в двигатель, а датчик абсолютного давления во впускном коллекторе (англ. MAP — Manifold Absolute Pressure) — разрежение воздуха во впускном коллекторе. Получив показания TPS, MAF и MAP, управляющий блок ECM учитывает частоту вращения коленчатого вала и принимает решение о выдаче импульса определенной длительности в определенное время. Для этого в ECM прошит массив данных — своеобразная компьютеризированная таблица значений, содержащая «подсказку» о времени, в течение которого форсунки требуется держать в открытом состоянии при конкретных условиях работы двигателя. Например, если дроссель открывается в умеренном темпе, ECM также увеличивает длительность импуль-



Три компонента — ЕСМ, топливные форсунки и датчик кислорода — создают замкнутую систему управления топливом. Компьютер и топливные форсунки сменили карбюраторы с компьютерным управлением

сов постепенно. При резком нажатии на акселератор напряжение, поступающее с TPS, возрастает мгновенно, и управляющий блок выдает длительный единственный импульс, обеспечивающий (краткосрочно!) дополнительную порцию топлива (так же, как это делает насос-ускоритель карбюратора).

Здесь представлены основные типы датчиков в системах управления впрыском. Слева по часовой стрелке: датчик абсолютного давления (MAP), GM; датчик абсолютного давления, Ford; датчик положения дроссельной заслонки (TPS), Ford; датчик температуры воздуха; датчик охлаждения двигателя; датчик кислорода и система рециркуляции выхлопных газов (EVP), Ford



Нормальная рабочая температура в режиме движения

Когда двигатель достиг нормальной рабочей температуры и дроссельная заслонка неподвижна, ЕСМ переходит на так называемый замкнутый рабочий контур. Взаимодействие между ЕСМ, топливными форсунками и датчиками кислорода (лямбда-зондами) иногда называют обратной петлей или замкнутой системой управления.

При работе в этом контуре выходные импульсы ЕСМ работают таким образом, что в смесь добавляется некоторое добавочное количество бензина с целью снижения токсичности выхлопных газов. Состав выхлопных газов, проходящих через выпускной коллектор, анализируется кислородным датчиком, который посылает сигнал на ЕСМ. Управляющий блок корректирует длительность выходного импульса таким образом, чтобы содержание воздуха и топлива поддерживалось в соотношении 14,7:1. Это соотношение идеально подходит для сохранения уровня вредных веществ в выхлопных газах на низком уровне.

При определении количества топлива для рабочей смеси ЕСМ учитывает также влажность, температуру наружного воздуха и атмосферное давление. Информация о температуре (непосредственно) и количестве влаги в воздухе (косвенным способом) определяется датчиком MAF. С помощью датчика BARO замеряется атмосферное давление. Например, работая в горных условиях, где содержание кислорода в воздухе меньше, этот датчик дает сигнал на ЕСМ, и количество топлива в смеси тоже соответственно уменьшается. Так создается оптимальный режим работы двигателя с учетом высоты над уровнем моря.

Помимо регулирования состава смеси ЕСМ постоянно осуществляет коррекцию времени опережения зажигания. Учитывая частоту вращения двигателя и показания датчиков TPS, MAF и MAP, управляющий блок варьирует время опережения — оно может быть и ранним, и поздним. Например, при умеренном открытии дроссельной заслонки и невысоких оборотах двигателя раннее зажигание способствует экономии топлива (процентное содержание остаточных отработавших газов велико, смесь горит медленно). Напротив, если дроссель открыт широко, в цилиндр поступает все больше свежей горючей смеси, а количество отработавших газов остается примерно неизменным, в результате процентное содержание их уменьшается и смесь горит быстрее — опережение зажигания должно уменьшаться. Помимо этого в ЕСМ поступает сигнал от датчика детонации, который «слушает» двигатель в электронном виде, и управляющий блок может определить стук конкретного цилиндра и рассчитать для него собственный угол опережения во избежание повреждения поршня при сильных нагрузках.

Итак, вы двигаетесь на неизменяемой постоянной скорости по ровной местности, ЕСМ вырабатывает сигнал, блокирующий переключение АКПП, создавая этим надежную механическую связь между двигателем и коробкой передач. Именно поэтому современные автомобили с АКПП и компьютерным управлением имеют меньший расход топлива при том же пробеге по сравнению с «бескомпьютерными» АКПП: в них просто отсутствует механическое проскальзывание с двигателем.

Представьте теперь, что вы въехали в город и дорогу перебегают группа детей. При торможении ЕСМ че-

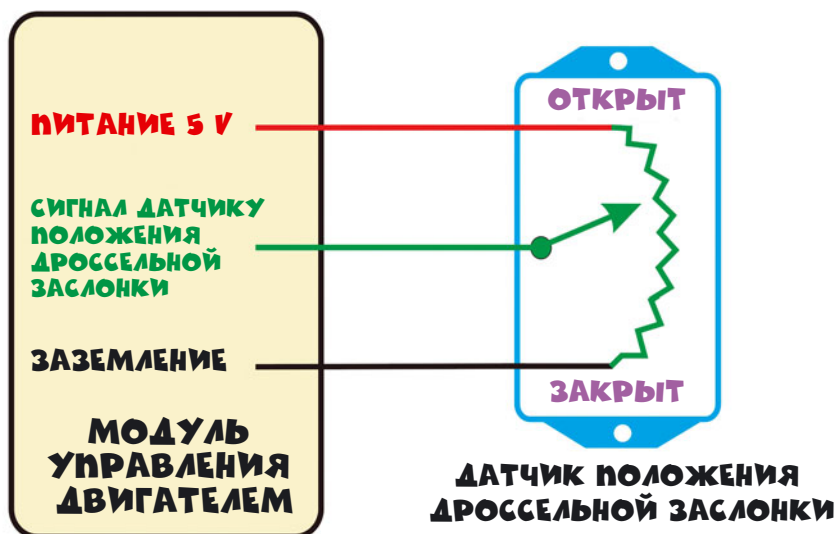


Рис. 7-3. Это типичная цепь TPS/ECM. TPS — обычный переменный резистор. Поскольку дроссель открыт, напряжение, выдаваемое TPS, становится ближе к справочному напряжению 5 вольт. Это увеличивающееся напряжение указывает ECM, что необходимо увеличить подачу топлива, так как автомобиль ускоряется

рез датчик TPS получает сигнал о резком закрытии дросселя и о снижении оборотов. В результате количество топлива, поступающего в двигатель, падает, а запрограммированные процессы снижают выбросы выхлопных газов. Вы стоите на перекрестке, страдаете от жары и включаете кондиционер. ECM сразу же повышает количество топлива в режиме холостого хода, но увеличения оборотов двигателя вы не заметите. Включение/выключение вентилятора системы охлаждения также осуществляется управляющим блоком в любое время работы кондиционера. При увеличении электрической нагрузки на генератор ECM усиливает сигнал на воздушный клапан IAC, что повышает обороты двигателя и помогает генератору справиться с повышением нагрузки, связанной с работой кондиционера и вентилятора. Как только вы доедете до места назначения и заглушите машину, компьютер перейдет в спящий режим. (Работа ECM и различных датчиков, показанная во время нашей гипотетической поездки, была объяснена в замедленном темпе, в действительности все электронные сигналы и принятие решений происходят молниеносно!)

Входные сигналы с датчиков обрабатываются управляющим блоком со скоростью более одного миллиона раз в секунду, но выходные сигналы имеют гораздо меньшую частоту — около 80 сигналов в секунду. Это объясняется тем, что водитель не может открывать дроссель, включать кондиционер, переключать передачи или выполнять другие операции с системной скоростью ECM. Таким образом, вся электронная система управления представляет собой некую цельную структуру, работа которой проходит для человека незаметно. Конечными результатами ее функционирования являются: (1) запуск и устой-

чивая работа двигателя (холодного или прогретого), (2) плавный разгон автомобиля, (3) оптимальный расход топлива, (4) снижение вредных выбросов. Таким образом, расход 10 литров на 100 км уже перестал быть редкостью даже для двигателей V-8.

ТЕСТИРОВАНИЕ ДАТЧИКОВ

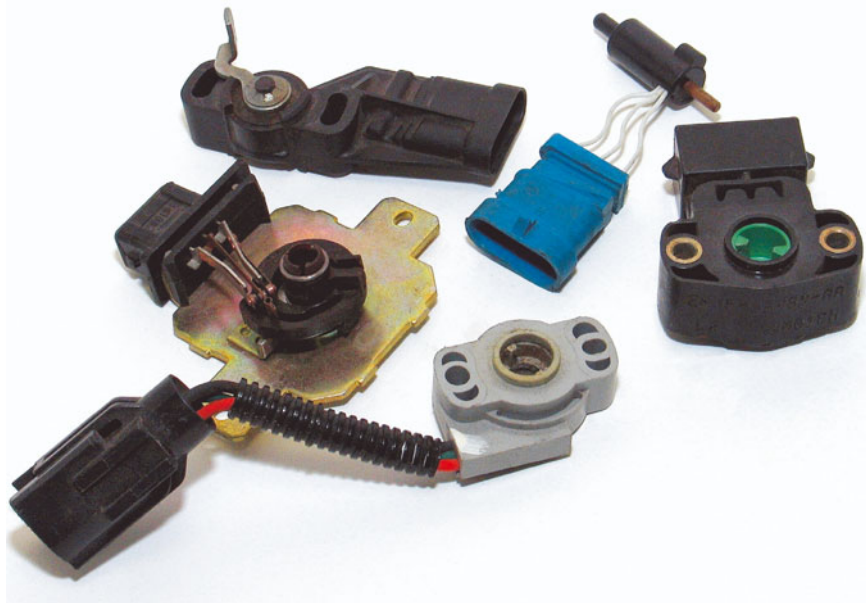
Датчики положения дроссельной заслонки TPS (Throttle Position Sensor)

В типовом исполнении большинство датчиков TPS имеют три провода: провод питания (обычно 5 вольт), провод заземления («массу») и сигнальный провод. Этот датчик можно проверить двумя способами: замером изменения напряжения или изменения сопротивления. Первый способ более точен, поскольку управляющий блок считывает значения напряжения, а не сопротивления. Для проверки присутствия сигнала TPS поверните ключ в положение ON, оставив сам датчик в подключенном состоянии. Проверьте напряжение цифровым вольтметром на каждом проводе.

- **Провод питания (опорного напряжения).** Управляющий блок ECM посылает на датчик 5 вольт в качестве опорного напряжения. Если ни на одном из проводов не присутствует указанное значение, проверьте предохранитель цепи питания ECM. Если предохранитель и соединительные провода между блоком и датчиком в порядке, проблема может заключаться в блоке питания самого ECM, и в этом случае он подлежит замене.

- **Провод заземления.** Этот провод выходит непосредственно из блока управления, и напряжение на

Датчики положения топливной головки (TPS) бывают разных конфигураций. В большинстве своем в их основе лежит переменный резистор. В некоторых случаях, так, как это делают японские производители, к этому датчику добавляются контакты для передачи показателей расположения дросселя



нем должно отсутствовать или быть близким к нулю. О наличии плохого заземления свидетельствует напряжение больше 0,02 вольта. В этом случае следует проверить заземление блока ЕСМ, измерив падение напряжения на проводе.

- **Сигнальный провод.** Через этот провод сигнал от TPS поступает в ЕСМ. При закрытой дроссельной заслонке напряжение на нем должно быть около 0,5 вольта. По мере открытия дросселя это напряжение постепенно возрастает приблизительно до 4,5 вольта. Внутри самого датчика установлен переменный резистор, который меняет сопротивление в зависимости от угла открытия заслонки. Со временем при эксплуатации этот резистор изнашивается. Плавное увеличение напряжения (без скачков) при постепенном открытии дросселя указывает на хорошее состояние датчика. Распознать неисправный TPS проще мультиметром с функцией построения графических гистограмм, поскольку реакция индикатора в этом режиме происходит быстрее, чем в обычном цифровом.

Датчики температуры

В зависимости от производителя датчики температуры охлаждающей жидкости двигателя могут называться по-разному. Чаще встречаются аббревиатуры ECT (Engine Coolant Temperature) и CTS (Coolant Temperature Sensor), хотя бывают и другие. То же самое относится и к датчикам температуры воздуха во впускном коллекторе — они могут носить названия ACT (Air Charge Temperature), IAT (Intake Air Temperature)

и MAT (Manifold Air Temperature). Как жидкостные, так и воздушные температурные датчики проверяются одинаковым способом, поскольку принцип их функционирования заключен в работе терморезистора (термистора) с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (англ. NTC — Negative Temperature Coefficient). Эти устройства меняют собственное сопротивление в зависимости от изменения температуры. Отрицательный коэффициент означает, что при росте температуры их сопротивление падает. Иногда используются и позисторы с положительным температурным коэффициентом (англ. PTC — Positive Temperature Coefficient), но они встречаются редко. В позисторах, в отличие от термисторов, происходит противоположный процесс — при росте температуры сопротивление тоже возрастает.

Температурные датчики, как правило, имеют либо два, либо три провода. Для проверки двухпроводного датчика поверните ключ в положение ON и с помощью мультиметра проверьте на них напряжение. На одном из них напряжение должно отсутствовать («масса»), на другом прибор должен показать напряжение от 0,1 до 4,5 вольта, что зависит и от производителя, и от собственно температуры. При холодном двигателе напряжение должно составлять приблизительно 3 вольта и выше. После запуска двигателя, по мере его прогрева, напряжение должно начать постепенно падать примерно до 1–2 вольт (опять же в зависимости от производителя). Если напряжение падает резко или скачками, то, скорее всего, датчик неисправен.

Температурные датчики CTS обычно имеют три провода и характерны для автомобилей производства

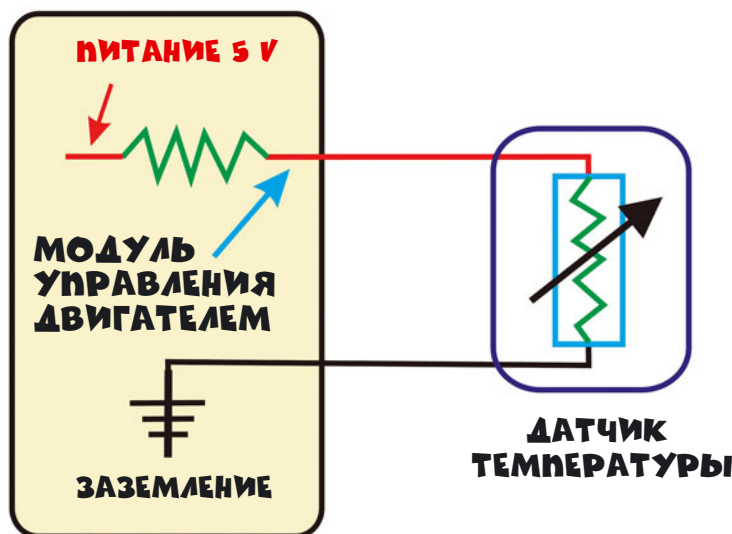


Рис. 7-4. ECU считывает напряжение в точке, где находится провод температурного датчика, который располагается непосредственно перед внутренним резистором (синяя стрелка). Этот переменный сигнал напряжения интерпретируется ECU как температура двигателя — чем сильнее разогрет двигатель, тем ниже будет напряжение на датчике

GM выпуска 1993 года и позже. У его двух проводов такие же предназначения, как описано выше, — заземления и сигнальный, а третий выведен на приборную панель. В ECU моделей Chrysler 1985–1995 годов запрограммированы сразу два температурных режима. В интервале температур от -30°C до $+25^{\circ}\text{C}$ используется один набор напряжений, а при $+55$ – 110°C — другой. Если при температурном переходе с $+25^{\circ}\text{C}$ на более «горячую» шкалу происходит небольшой скачок в показаниях вольтметра, это нормально для этих моделей. В таблице на с. 128 указаны значения напряжений и сопротивлений для температурных датчиков основных производителей США.

Измерение внутреннего сопротивления обоих типов датчиков является хорошим методом определения их правильного функционирования. Обычно это сопротивление должно быть высоким (несколько тысяч ом) при низких температурах и, соответственно, низким (ниже 2000 Ом) при высоких. Точные значения сопротивлений указаны в спецификациях инструкций по ремонту конкретных транспортных средств.

Кислородные датчики

Ключом к созданию всех систем с замкнутым контуром обратной связи работы является датчик кислорода (называемый также «лямбда-зонд»), который измеряет содержание кислорода в выхлопных газах. Два основных типа датчиков кислорода используют два различных рабочих компонента — диоксид циркония и диоксид титана.

Датчик на основе диоксида циркония действует как гальваническая батарея, создавая небольшое напряжение постоянного тока при сравнении содержания



Датчик слева — температурный — наиболее прост в определении. Другие датчики тоже принадлежат к этому типу и произведены разными производителями

кислорода внутри выхлопной трубы и в окружающей атмосфере. Когда содержание кислорода в выхлопных газах низкое (богатая смесь), разница содержания кислорода высока, и датчик выдает напряжение от 0,5 до 0,9 вольта. И наоборот, если датчик регистрирует высокое содержание кислорода (обедненная смесь) и, сравнивая его с наружным воздухом, получает меньшую разницу, то создается более низкое напряжение в пределах 0,1–0,4 вольта.

Датчик на основе диоксида титана работает по другому принципу, но выдает похожий конечный результат. Датчик из диоксида титана не создает напряжение. Он использует опорное (эталонное) напряжение от модуля управления двигателем, изменяя внутреннее сопротивление в зависимости от содержания кислорода в выхлопных газах. Напряжение на

Температура, F	Температура, °C	Напряжение (вольт)	Сопротивление (ом)
FORD CTS			
248	120	0,28	1180
230	110	0,36	1550
212	100	0,47	2070
194	90	0,61	2800
176	80	0,80	3840
158	70	1,04	5370
140	60	1,35	7600
122	50	1,72	10 970
104	40	2,16	16 150
86	30	2,62	24 270
68	20	3,06	37 300
50	10	3,52	58 750
CHRYSLER CTS (прогретый режим)			
230	110	1,80	640–720
210	99	2,20	
200	93	2,40	
190	88	2,60	
170	77	3,02	
150	66	3,40	
130	54	3,77	
CHRYSLER CTS (холодный режим)			
80	27	2,44	9000–11 000
70	21	2,75	
60	16	3,00	
50	10	3,30	
40	4	3,60	29 000–36 000
30	–1	3,90	
GM CTS			
210	100	0,8	185
160	70	1,5	450
100	38	3,0	1800
70	21	4,4	7500
20	–7	4,6	13 500

Таблица значений напряжения и сопротивления в зависимости от температуры двигателя. Таблица с датчиком температуры воздуха аналогична этой

выходе будет таким же, как и у датчика из диоксида циркония. Оба типа датчиков должны быть нагреты до рабочей температуры (свыше 300 °C), прежде чем смогут нормально функционировать. Некоторые датчики используют встроенный электрический нагревательный элемент для предотвращения охлаждения на холостом ходу (когда температура выхлопных газов двигателя газа недостаточно высокая). Электрический подогрев также обеспечивает более быстрый выход датчика на рабочий режим во время холодного пуска.

В отличие от других, датчики кислорода могут иметь один, два, три или даже четыре провода. Чтобы проверить большинство датчиков кислорода, двигатель должен быть нагрет до нормальной рабочей температуры. Для этого достаточно дать поработать двигателю несколько минут или проехать небольшое расстояние. Добраться до проводов кислородного датчика обычно бывает проще со стороны ЕСМ, чем со стороны самого датчика. «Плюс» вольтметра выводится на сигнальный провод датчика, идущий на ЕСМ, «минус» заземляется. Далее следует завести двигатель и поддерживать на оборотах 2000 об/мин в течение 60 секунд. Переход напряжения в пульсацию между 0,2 и 0,8 вольт означает, что система перешла в режим работы по замкнутому контуру, хотя в данном случае это не так важно. Далее, наблюдая за показаниями вольтметра, следует открыть дроссельную заслонку. Напряжение сразу же должно возрасти до 0,9 вольт — это свидетельствует о резком обогащении смеси. Когда обороты станут устойчивыми, быстро закройте дроссельную заслонку — напряжение должно упасть до 0,1 вольт и даже меньше. Быстрое изменение показания вольтметра и диапазон граничных напряжений (0,9 и 0,1 вольт) указывают на исправность кислородного датчика. Изменения должны происходить практически мгновенно. Изношенный датчик будет осуществлять медленные переходы и не доберется до значения 0,9 вольт, независимо от того, насколько богатой становится смесь.

Датчики абсолютного (MAP) и атмосферного (BARO) давления

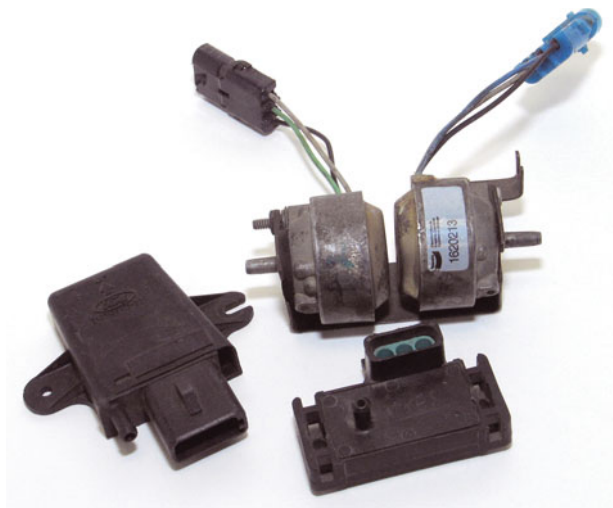
Датчики абсолютного давления MAP, по сути, являются электронными вакуумметрами и регистрируют разрежение во впускном коллекторе двигателя. Датчики MAP обычно крепятся непосредственно к коллектору, но могут располагаться и удаленно, если используется соединительный вакуумный шланг. Говоря простым языком, они информируют ЕСМ о том, какова нагрузка на двигатель. MAP, используемые GM и Chrysler, изменяют напряжение выходного сигнала, а MAP Ford — частоту. Всякий раз, когда двигатель работает на холостом ходу, отрицательное давление (разрежение)



Слева направо: датчики кислорода с одним, двумя, тремя или четырьмя проводами. В датчиках кислорода с тремя и четырьмя проводами используются встроенные электрические нагревательные элементы для предотвращения охлаждения на холостом ходу



Рис. 7-5. Когда содержание кислорода в выхлопных газах низкое, разница содержания кислорода высока, и датчик выдает напряжение от 0,5 до 0,9 вольт. И наоборот, если датчик регистрирует высокое содержание кислорода (обедненная смесь) и, сравнивая его с наружным воздухом, получает меньшую разницу, то создается более низкое напряжение в пределах 0,1–0,4 вольт



Датчики абсолютного давления MAP, по сути, являются электронными вакуумметрами и регистрируют разрежение во впускном коллекторе двигателя. Датчики, используемые GM и Chrysler, изменяют напряжение выходного сигнала, а MAP Ford — частот

внутри впускного коллектора составляет около 20 дюймов ртутного столба¹. После того как дроссель открыт, вакуум (отрицательное давление) падает, пока при полностью открытой дроссельной заслонке вакуум двигателя не становится равен 0. Изменения разрежения регистрируются датчиком, и его выходной сигнал уходит на обработку в ECM (по напряжению или по частоте). По такому же принципу работает и датчик BARO, измеряющий величину атмосферного давления. Учитывая высоту нахождения автомобиля над уровнем моря, управляющий блок корректирует состав смеси и временные параметры зажигания. При работе в горных условиях двигателю требуется меньшее количество топлива, и, в соответствии с этим, ECM изменяет длительность выходного импульса. В типовом исполнении у датчиков MAP три провода — питания (обычно это напряжение составляет 5 вольт), заземления и сигнальный. Ниже приводится некоторая информация, касающаяся выходных параметров MAP от разных производителей.

ДАТЧИКИ MAP GENERAL MOTORS

Большинство автомобилей GM оснащены датчиками MAP, BARO, датчиком вакуума VAC или Turbo-MAP (на автомобилях с турбонаддувом). Все они похожи между собой внешне, но различаются по цвету гнездового разъема. У вакуумного датчика разъем серого

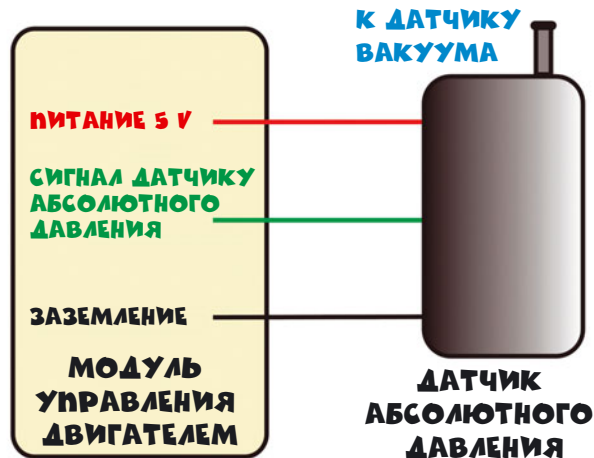


Рис. 7-6. В типовом исполнении у датчиков MAP три провода — питания (обычно это напряжение составляет 5 вольт), заземления и сигнальный

или черного цвета. Разъемы MAP или BARO окрашены в другие цвета (не серый, не черный и не оранжевый). Оранжевый цвет бывает только у датчика Turbo-MAP. У всех датчиков, как правило, черный пластиковый корпус. Для их проверки поверните ключ зажигания в положение ON. Проверьте мультиметром все три провода — на одном из них должно присутствовать 5 вольт (питание), на другом 0 («масса»). Для проверки сигнального провода используется ручной вакуумный насос. При изменении давления меняется напряжение выходного сигнала, при этом следует учитывать высоту над уровнем моря и на каждые 300 метров корректировать значения из приведенной далее таблицы напряжений на 0,2 вольта в сторону уменьшения.

ДАТЧИКИ MAP FORD MOTOR COMPANY

В датчиках MAP от Ford выходной сигнал изменяется по частоте, а не по напряжению. Как и у датчиков GM, в них используется три провода, и проверяются они также с помощью мультиметра в подключенном состоянии при положении ключа зажигания в положении ON. Значения напряжения на них составляют 5 вольт (питание), 0 вольт («масса») и 2,5 вольта (сигнальный провод). Для дальнейшей проверки понадобится мультиметр с функцией измерения частоты. Следует учесть, что при любом значении давления

¹ 1 дюйм рт. ст. = 25,4 мм рт. ст.



Это датчик MAP производства GM с патрубком, который соединяет датчик (через вакуумный шланг) с впускным коллектором. Этот датчик передает сигнал на ЕСМ

напряжение сигнала должно оставаться неизменным. Для проверки сигнального провода используется ручной вакуумный насос. При изменении давления меняется частота выходного сигнала, при этом следует учитывать высоту над уровнем моря и на каждые 300 метров корректировать значения из таблицы приведенной на с. 132 частот на 3 Гц в сторону уменьшения.

Если у вас нет мультиметра с функцией измерения частоты, существует другой быстрый способ проверки датчика MAP Ford с использованием провода-перемычки. Для этого следует разместить «крокодил» на сигнальном проводе датчика (обычно он расположен посередине относительно двух других), а другой конец подсоединить к радиоантенне. Если антенна встроена в лобовое стекло, просто зафиксируйте конец провода как можно ближе к ней. Переведите ключ в положение ON и настройте приемник на частоту ниже 600 Гц (она находится в диапазоне АМ). Не стоит ожидать здесь хороших мелодий, зато выходной сигнал MAP вы услышите прямо через динамики. Снова примените ручной вакуумный насос. Меняющаяся частота звука подтвердит, что датчик находится в рабочем состоянии, хотя конкретных цифр вы, к сожалению, не узнаете.

**Отрицательное
давление
(разрежение)
(дюймов рт. ст.)**

**Напряжение
(вольт)**

GM MAP

0	4,86
5	3,96
10	3,06
15	2,10
20	1,10
21	0,82

GM BARO

3,00–4,86 (в зависимости от высоты над уровнем моря)

GM TURBO MAP

0	2,40
5	1,66
10	1,18
15	0,70
20	0,26

GM VAC

0	0,54
5	1,38
10	2,20
15	3,20
20	4,20
21	4,40

В таблице представлены соотношения вакуума с напряжением для датчиков абсолютного давления, вакуумных (VAC) и барометрических. Эти значения нужны для диагностики MAP-датчиков

ДАТЧИКИ MAP CHRYSLER

Так же как и у MAP GM, в основе работы датчиков MAP Chrysler лежит изменение выходного напряжения в зависимости от уровня разрежения во впускном коллекторе. В моделях Chrysler используются два типа датчиков — обычный и turbo. В общем они одинаковы и принципиально различаются только в значениях выходных напряжений. На некоторых более ранних моделях выпуска до 1987 года датчики размещались внутри логического модуля бортового компьютера и, следовательно, были недоступны для тестирования. К счастью, сейчас положение изменилось и современные MAP подлежат и проверке, и замене. Поверните ключ зажигания в положение ON. Проверьте мультиметром все три провода — на одном из них должно присутствовать 5 вольт (питание),

на другом 0 («масса»). Для проверки сигнального провода используется ручной вакуумный насос. При изменении давления меняется напряжение выходного сигнала, при этом следует учитывать высоту над уровнем моря и на каждые 300 метров корректировать значения из приведенной ниже таблицы напряжений на 0,1 вольта в сторону уменьшения.

ДАТЧИКИ МАССОВОГО РАСХОДА ВОЗДУХА (MAF)

Датчики MAF служат для измерения объема воздуха, поступающего в двигатель, оценивают его плотность, температуру и посылают результирующий сигнал на ЕСМ. Датчики, которыми оснащены GM или Ford, иногда называют горячими проводными датчиками, поскольку температура чувствительного элемента превышает температуру входящего воздуха. При прохождении через него воздушной массы элемент остывает, и ток датчика возрастает для поддержания заданной температуры элемента. На основании данных об этом токе внутреннее устройство MAF (наподобие маленького компьютера) оценивает количество воздуха, поступающего в двигатель, и выдает сигнал, меняющийся по частоте, в управляющий блок для дальнейшего расчета длительности импульса и опережения зажигания.

Датчики MAF General Motors

В автомобилях GM используются датчики производства AC Delco, Bosch и Hitachi. Трехпроводными MAF AC Delco оснащались автомобили выпуска 1985–1991 годов. Для их проверки следует перевести ключ зажигания в положение ON и с помощью мультиметра проверить напряжение на каждом проводе. Напряжение питания MAF составляет 12 вольт, заземления — 0 и сигнала — 2,5 вольта. Для проведения тестирования требуется мультиметр с функцией измерения частоты. При включенном зажигании и выключенном двигателе частота выходного сигнала датчика должна находиться в пределах 8–10 Гц, 40–45 Гц в режиме холостого хода прогретого двигателя и около 150 Гц при широко открытом дросселе. Эти цифры являются приблизительными, но само увеличение частоты дает основания предполагать исправность датчика. Следует учесть, что соединения MAF зачастую подвержены неполадкам, поэтому перед вынесением заключения о неисправности датчика следует обязательно проверить состояние разъема.

Кроме 3-проводных датчиков, на автомобилях GM выпуска 1985–1989 годов устанавливались и 5-проводные MAF от AC Delco. Каждый из пяти контактов датчика обозначен буквой для идентификации:

— А и В — провода черной/белой окраски, «масса»;

**Отрицательное
давление
(разрежение)
(дюймов рт.
столба)**

**Отрицательное
давление
(разрежение)
(кПа)**

**Частота
(Гц)**

FORD MAP

0	0	159
3	10,2	150
6	20,3	141
9	30,5	133
12	40,6	125
15	50,8	117
18	61,0	109
21	71,1	102
24	81,3	95

В датчиках MAP от Ford выходной сигнал изменяется по частоте, а не по напряжению. Для дальнейшей проверки понадобится мультиметр с функцией измерения частоты

**Отрицательное давление
(разрежение)
(дюймов рт. ст.)**

**Напряжение
(вольт)**

CHRYSLER MAP

0	4,5
5	3,7
10	2,9
15	2,1
20	1,2
25	0,4

CHRYSLER MAP TURBO

0	2,25
5	1,85
10	1,45
15	1,05
20	0,60
25	0,20

У турбированных MAP-датчиков Chrysler's в отличие от обычных другие значения напряжения. Когда покупаете новый датчик, обратите на это внимание, иначе ваш автомобиль не сможет функционировать



Провод МAF-датчика очень тонкий, но он защищен пластмассовым/металлическим кожухом и экраном на обоих концах. Когда поступающий воздух охлаждает этот провод, компьютер МAF увеличивает ток, чтобы держать запрограммированную температуру

— С — темно-зеленый сигнальный провод с напряжением 0,5 вольт на холостом ходу. Для определения исправности датчика следует воспользоваться функцией измерения частоты мультиметра. Частота входного сигнала должна быть 32 Гц на холостом ходу и 150 Гц при полностью открытом дросселе;

— D — темно-синий провод, на который поступает 12 вольт для цикла выгорания. Цикл выгорания служит для поддержания в чистоте рабочего элемента датчика при помощи периодического выжигания любых загрязнений. Это происходит, когда ECU посылает сигнал на МАФ для нагрева чувствительного провода докрасна. (Процесс происходит автоматически и управляется блоком ECU);

— E — красный или фиолетовый провод питания 12 вольт. Проверая этот провод, следует учитывать, что при включении зажигания и незапущенном двигателе напряжение на него подается лишь в течение 2 секунд, поэтому его очень легко пропустить.

Следует подчеркнуть, что эти датчики все же склонны к загрязнению рабочего элемента, несмотря на цикл выгорания. При чистке МAF нужно использовать ватную палочку, смоченную спиртом, с последующей просушкой, например просто подуть. Но не следует применять сжатый воздух. Чувствительные элементы настолько тонки, что мощная воздушная струя может их легко повредить.

Датчиками МAF от Hitachi оснащались модели GM выпуска 1988–1993 годов. У них тоже три провода. При проверке этих датчиков (ключ в ON, питание

12 вольт, «масса» — 0) напряжение на сигнальном проводе должно составлять 5 вольт, а мультиметр, имеющий функцию измерения частоты, должен показывать значение 0–35 Гц при выключенном двигателе и 2500–3500 Гц на холостом ходу. Факт увеличения частоты по мере открытия дросселя дает основания предполагать, что датчик исправен. При его очистке следует соблюдать рекомендации, изложенные выше.

Датчики MAF Ford

По принципу действия эти датчики аналогичны датчикам GM, с той лишь разницей, что изменение выходного сигнала происходит не по частоте, а по напряжению. Тест, представленный ниже, проводится для 4-проводных датчиков МAF автомобилей Ford 1990–1995 годов.

Не отсоединяя датчик, включите зажигание (положение ключа ON) и измерьте напряжение на проводах. Напряжение питания должно составлять 12 вольт, на двух проводах заземления — близко к 0 вольт, а на сигнальном проводе также около 0 вольт. В режиме холостого хода напряжение на сигнальном проводе повышается до 0,8–1 вольта, на оборотах 3000 об/мин — до 2 вольт, а при полностью открытом дросселе — до 3,5 вольт. Факт увеличения напряжения по мере открытия дросселя дает основания предполагать, что датчик исправен.

Эти датчики также склонны к загрязнению. При их очистке следует соблюдать рекомендации, изложенные выше (использовать ватную палочку, смоченную спиртом, с последующей просушкой без применения сжатого воздуха).

Датчики детонации

Работа детонационных датчиков (англ. KS — Knock Sensor — датчик удара) основана на принципе генерации напряжения пьезоэлектрическим кристаллом при воздействии на него механической нагрузки. При детонации двигателя на кристалл воздействует динамический удар, вызывающий появление разности потенциалов. По такому же принципу работают, например, пьезоэлектрические зажигалки. Если при резком возрастании нагрузки на двигатель возникает «стук», KS посылает электрический сигнал на управляющий блок, который, в свою очередь, уменьшает угол опережения зажигания (делает его позже) с целью предотвращения детонации, способной повредить элементы кривошипно-шатунного механизма. Кроме того, этот датчик позволяет использовать различные марки бензина без повреждений и снижения производительности. Общие принципы диагностики датчиков детонации приведены далее, однако необходимо ознакомиться с их конкретными спецификациями ввиду разницы в значениях напряжений выходных сигналов. Чтобы провести тест этого датчика, его нужно

отсоединить и проверить с помощью мультиметра в режиме вольтметра переменного тока (АС) в диапазоне «милливольт». Постучите маленьким молотком по блоку двигателя (возле датчика), наблюдая за показаниями прибора. Мультиметр при этом должен зафиксировать небольшое переменное напряжение, обычно не превышающее 4 вольт.

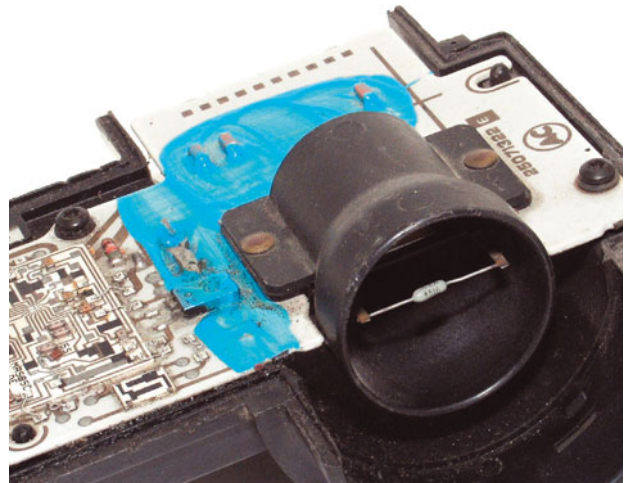
Другой метод тестирования датчика детонации предполагает использование стробоскопа. Этот метод применим только на старых автомобилях с компьютерным управлением — как правило, с распределителями зажигания. При работающем двигателе с помощью стробоскопа, соединенного со свечой зажигания первого цилиндра, проверьте опережение зажигания на шкиве коленчатого вала. Используя небольшой молоток, постучите по блоку двигателя вблизи датчика. Опережение зажигания должно задержаться на несколько градусов, доказывая, что датчик посылает сигнал на контроллер ЭСУД, который изменяет момент зажигания. Этот тест не будет работать на всех транспортных средствах, так что посмотрите руководство по ремонту для конкретного автомобиля.

Датчики скорости (VSS)

Этот датчик снабжает ЕСМ сигналом, несущим информацию о скорости движения автомобиля. Используя эти данные, ЕСМ управляет АКПП, в частности — устанавливает моменты переключения передач или блокирует гидротрансформатор. Такие датчики бывают трех типов в зависимости от используемых триггеров: индукционная катушка, на эффекте Холла или оптический. Они работают так же, как и триггеры системы зажигания, — способы их проверки аналогичны (см. главу 6).

Регулятор холостого хода (IAC)

Регулятор холостого хода (IAC), по сути, не совсем датчик, а механический привод, то есть исполнительное устройство. ЕСМ управляет этим устройством в целях поддержания устойчивой работы двигателя на холостых оборотах. Управляющий блок повышает эти обороты при запуске холодного двигателя, включении кондиционера или при переходе АКПП из положения PARK в DRIVE. В некоторых системах IAC для регулировки положения клапана используется шаговый двигатель, в других применяется простой перепускной клапан. В общих случаях цепь IAC можно проверить на электрическое сопротивление, но провести тестирование в реальных условиях эксплуатации достаточно сложно. Иногда единственный способ проверки регулятора холостого хода сводится к работе с ручным компьютерным сканером. Для соответствующей процедуры лучше обратиться к инструкции по ремонту конкретной модели транспортного средства.



Датчик AC Delco был вдвое меньшего размера, поэтому слева мы видим компьютер. Провод под напряжением расположен в круглом пластмассовом кожухе. Весь воздух, входящий в двигатель, должен сначала пройти через этот датчик, таким образом производится замер

ТОПЛИВНЫЕ ФОРСУНКИ И ИХ ИМПУЛЬС

По большому счету, топливная форсунка представляет собой исполнительное устройство, управляемое ЕСМ. Управляющий блок регулирует количество топлива, впрыскиваемого в двигатель, изменяя параметры импульса, и время открытия инжекторов (форсунок) находится в прямой зависимости от его длительности. С конструктивной точки зрения форсунка — это соленоид, состоящий из катушки и подвижного электромагнитного клапана. При подаче напряжения катушка действует как магнит, заставляя клапан открыться.

Соппротивление топливного инжектора можно измерить с помощью омметра, но эта проверка может лишь дать заключение об обрыве или коротком замыкании. Конкретное же значение сопротивления может варьироваться в таких широких пределах, что обращение к инструкции по ремонту просто необходимо. Тем не менее существует ряд простых проверок, с помощью которых в большинстве случаев можно косвенно оценить работоспособность форсунки. Следующие четыре совета служат для подтверждения отправки импульса с ЕСМ на инжектор, а последний проверяет его механическую реакцию.

1. Отсоедините инжектор от разъема и последовательно включите в цепь ламповый пробник. Запустите (или проверните) двигатель, наблюдая за контрольной лампой. Световая пульсация говорит о том, что с ЕСМ приходит сигнал. Несмотря на то что в боль-



Каждым регулятором холостого хода (IAC) управляет ЕСМ в целях поддержания устойчивой работы двигателя на холостых оборотах. В некоторых системах IAC для регулировки положения клапана используется шаговый двигатель, в других применяется простой перепускной клапан

шинстве случаев эта проверка работает, важно помнить, что некоторые инжекторные цепи содержат понижающие резисторы, которые защищают форсунку от перегрева, и тестирование ламповым пробником на них не удастся.

2. Используйте вместо пробника лампы Noid Light. Они созданы специально для проверки системы EFI, обладают достаточно низким собственным сопротивлением и будут фиксировать инжекторный сигнал даже при наличии в цепи понижающего резистора (см. главу 3).

3. Для проверки наличия импульсов используйте стробоскоп. Поместите его зажим на любом проводе, идущем на инжектор. Заведите (или проверните) двигатель и убедитесь в наличии всплеск индикатора — это подтверждает, что ЕСМ выдает управляющий сигнал на эту форсунку.

4. Для подтверждения наличия импульсного сигнала используйте логический пробник. Присоедините его к аккумулятору (см. главу 3) и коснитесь щупом инжекторного провода (форсунку можно не отсоединять). Если при заведенном (или прокручиваемом) двигателе наблюдается пульсация контрольного светодиода, ЕСМ выдает управляющий сигнал на эту форсунку.



Этот датчик скорости снабжает ЕСМ сигналом, несущим информацию о скорости движения автомобиля



Хотя все топливные форсунки выглядят по-разному, принцип работы у них аналогичен друг другу. Каждая из них имеет катушку, которая действует как магнит, когда к ней приходит импульс от ЕСМ. Длина импульса определяет, как долго инжектор будет открыт и какое количество топлива попадет в двигатель

5. Механическую работу форсунки легко проверить способом, который может показаться не совсем технологичным. Один конец отвертки следует приложить к внешнему торцу инжектора, а другой вставить в ухо (я не шучу!). Если форсунка исправна, вы обязательно услышите характерный звук ее работы. Для этой проверки отлично подойдет деревянный дюбель, стетоскоп и т.п.



РАЗДЕЛ IV

ОБЩАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ

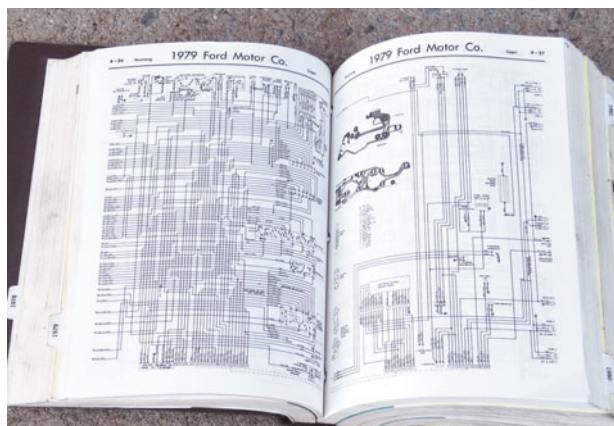
ГЛАВА 8

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

Если в молодости вам приходилось путешествовать через всю страну, то, очевидно, приходилось сталкиваться и с дорожными картами. А может быть, родители когда-то показали вам атлас и сказали что-нибудь вроде: «Сейчас мы находимся вот здесь, а через четыре дня мы уже будем вон там». Полагаю, что первая встреча с электрическими схемами была для вас менее трогательной и запоминающейся. Тем не менее чтение схемы, по сути, аналогично чтению дорожной карты, иллюстрирующей, как добраться от пункта А в пункт Б, но вместо автомагистралей и дорог мы видим взаимосвязанные крупные электрические системы, подсистемы и отдельные цепи. Главная цель специалиста, изучающего схему, — понять, почему та или иная цепь не работает. Последовательно перемещаясь от точки к точке, заменяя источники питания и блоки управления, выявляя пути течения тока на нагрузку и возвращения его на «массу», мы продвигаемся назад к отрицательной клемме аккумулятора.

И дорожные карты, и электросхемы имеют еще одну особенность — степень детализации. Посмотрев на дорожный атлас Калифорнии, вы не сможете найти на нем конкретного почтового адреса, а только город или населенный пункт. Чтобы найти более точное расположение пункта назначения, вам понадобится более подробная карта. Это утверждение так же верно (хотя в меньшей степени) и для электрических схем.

Изначально общие схемы иллюстрировали устройство систем всего автомобиля. В начале 1990-х годов общие схемы были классифицированы и разбиты по системам и подсистемам. Это произошло отчасти из-за усложнения электрики современных автомобилей, когда располагать изображение всех электрических компонентов в рамках одной проводки стало непрактичным. На сегодняшний день существует множество схем для каждого автомобиля, касающихся конкретных электрических систем, подсистем и компонентов,



Большинство специалистов в автосервисе предпочитали использовать бумажные версии схем. В настоящее время такие схемы можно найти на CD/DVD-дисках и при необходимости распечатать их

которые этим системам принадлежат. Например, если при открытии двери не подается 12 вольт на внутреннее освещение салона, и вы захотите узнать причину, вам придется пройти по нескольким страницам схемы, чтобы отследить всю цепь от аккумулятора до лампы. Вероятнее всего, схема освещения салона укажет вам, где следует искать неисправность (проводка или предохранитель), однако проблема может заключаться в коробке блока реле, которая находится в другом месте, под капотом. Следовательно, придется обратиться к другой схеме, показывающей цепь, по которой реле получают питание.

Секрет чтения схем заключается не в нахождении и идентификации некоего набора графических символов (хотя, безусловно, без этого не обойтись), а в ее расшифровке, или, другими словами, в понима-

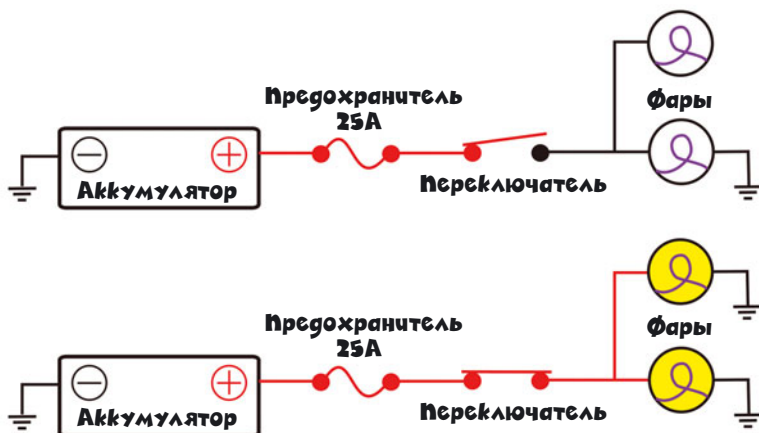


Рис. 8-1. Эта цветная схема показывает цепь включения и выключения фар. К несчастью, большинство производителей предоставляют только черно-белые схемы

нии того, как работает сама цепь и/или ее нагрузка (устройство).

Вспомните о «трех вещах» (про них подробно рассказывалось в главе 1): любая рабочая 12-вольтовая цепь постоянного тока должна иметь питание, заземление и нагрузку. Если вы будете иметь это в виду, чтение любой схемы станет намного легче, и они уже не будут вам казаться настолько таинственными. Для каждой нагрузки (двигателя, приборов освещения, соленоидов, компьютеров и т. д.) требуется лишь питание, заземление и управление. Одни из них включаются и выключаются через питание, другие — через замыкание/размыкание заземления. Некоторые нагрузочные устройства зависят от сигналов, поступающих от других нагрузок, а те, в свою очередь, зависят от работы сигналов от полупроводниковых и механических датчиков. Для того чтобы определить, как работает та или иная нагрузка и как ею управлять, лучше всего обратиться к электрическим схемам.

Их чтение может оказаться не совсем простым делом, поэтому лучше всего начать с простейших схемных примеров, а затем постепенно добавлять уровень сложности.

ЧТЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

На рис. 8-1 приведена простая схема подключения автомобильных фар во включенном и выключенном положениях.

Цепь состоит из 25-амперного предохранителя (для защиты цепи), переключателя (он расположен на приборной доске) и двух ламп. На проводах красного цвета присутствует напряжение в 12 вольт, а черные замкнуты на «массу» (0 вольт, заземление). Провода фиолетового цвета являются нагрузочными, а желтые области указывают на рабочее состояние устройства нагрузки. При нахождении переключателя в выключенном положении (верхний рисунок)

на проводе питания (участок «батарея — контакт переключателя») присутствует напряжение 12 вольт. При переводе переключателя в замкнутое положение (нижний рисунок) питание поступает на фары, и они загораются, используя все доступное напряжение, поэтому на проводе заземления напряжение отсутствует.

Чтение схемы, представленной на рисунке, не составляет никакого труда по двум причинам. Во-первых, она представлена изолированно от других схем, то есть она не показана как подсистема всей системы освещения. Во-вторых, на рисунке каждый провод обозначен своим цветом (красный — питание, черный — «земля», фиолетовый — нагрузка). К сожалению, абсолютное большинство электрических схем такими качествами не обладают. Более того, цветность используется исключительно с целью идентификации отдельных функциональных проводов, а не для обозначения проводов питания и «массы». И, самое главное, на реальных схемах не показывается разница между включенным и выключенным состояниями.

Из сказанного следует, что цепь, изображенная на рисунке выше, не отображает реальность полностью, поскольку слишком упрощена. Однако основная ее проблема может быть решена путем добавления в схему другого отдельного элемента — реле. Дело в том, что в реальной практике включение/выключение фар производится не мощным переключателем высокого тока, а релейным контактором, осуществляющим связь между фарами и аккумулятором. Безусловно, переключатель будет присутствовать в цепи как таковой, но токовая нагрузка окажется значительно ниже.

Рисунок 8-2 демонстрирует, как реле, включенное в цепь, осуществляет переключение фар.

Поскольку катушка управления внутри самого реле требует небольшого тока (около 1 ампера), из

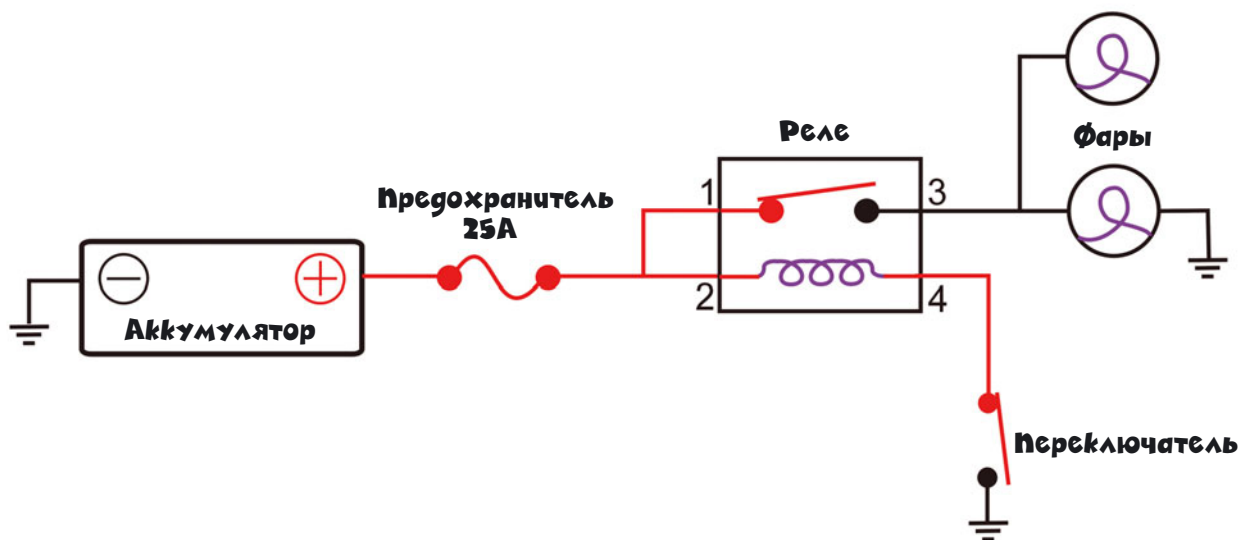
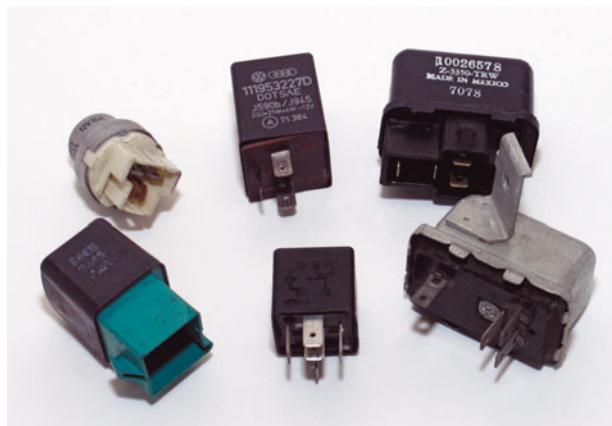


Рис. 8-2. Реле было добавлено в схему фар. Теперь оно управляет высокой силой тока для нормальной работы фар (вместо выключателя и проводов, изображенных на рис. 8-1). Поскольку катушка управления внутри самого реле требует небольшого тока (около 1 ампера), из схемы исключаются «тяжелые» переключатель и провода

схемы исключаются «тяжелые» переключатель и провода. Реле содержит два внутренних контура. Первый, малого тока, состоит из управляющей обмотки, замыкающей рабочие контакты при подаче на нее напряжения. Второй контур действует как переключатель, непосредственно подающий напряжение от аккумулятора на лампы. Реле очень широко применяются в автомобильной технике, поэтому понимание принципов их работы поможет решить множество проблем, связанных с электрооборудованием.

Для лучшего понимания работы рассматриваемой цепи ее следует разбить на две и изолировать эти части друг от друга. Каждая из этих цепей требует своего питания, нагрузки и заземления. В дополнение к «трем вещам» цепи содержат переключатели (элементы управления). При переключении реле, вместо непосредственного воздействия на фары, создается гораздо меньшая электрическая нагрузка, сами фары включаются посредством замыкания контактов внутри реле, а управляющая катушка имеет собственное включаемое/отключаемое заземление. Провода, идущие через управляющий выключатель, не нуждаются в большом сечении, поскольку для питания катушки требуется не больше 1 ампера. Когда управляющий переключатель переводится в положение ON, катушка реле замыкается на «массу» (контакт 4 на рис. 8-2). Ток, протекающий через замкнутую цепь, создает в катушке магнитное поле, которое притягивает подвижные контакты реле, замыкая рабочую цепь (контакты 1–3) между аккумулятором и фарами.



Автомобильные реле бывают разных форм и размеров, но по сути выполняют одно и то же. В последних моделях используется до 30 и более реле

Кроме того, понимание работы реле заключается в проверке наличия напряжения на его разъемах при включенных и выключенных фарах. К сожалению, представленный выше рисунок может продемонстрировать лишь условные состояния цепей, а не их конкретные положения во время замкнутого или разомкнутого состояния. Реальная электросхема никогда не покажет то или иное течение тока в зависимости от замкнутости или разомкнутости контактов — в отличие от предыдущего рисунка. Последний же рисунок



достаточно типичен (за исключением обозначения цветности проводов питания и заземления).

Измерение напряжения в различных точках этой схемы продемонстрирует ее работу. При положении переключателя в положении OFF (схема разомкнута), напряжение, измеряемое вольтметром, будет выглядеть следующим образом:

- на контактах 1, 2 и 4 присутствует 12 вольт. Наличие напряжения на последнем объясняется разомкнутостью управляющего переключателя;
- на контакте 3—0 вольт («масса»).

При замыкании цепи управляющим переключателем картина меняется:

- на контактах 1 и 2 остаются все те же 12 вольт;
- на контакте 3 теперь появляются 12 вольт;
- на контакте 4 теперь 0 вольт вместо 12, поскольку этот участок цепи теперь работает на «массу».

Продолжая гипотетически ссылаться на эту схему, предположим, что фары не загорелись. Ниже приведена последовательность действий, с помощью которых обнаруживается причина возникшей проблемы:

1. При выключенном положении управляющего переключателя замерьте напряжение на контактах 1 и 2. Наличие 12 вольт подтверждает, что 25-амперный предохранитель исправен и провода между аккумулятором не имеют повреждений или плохого соединения.

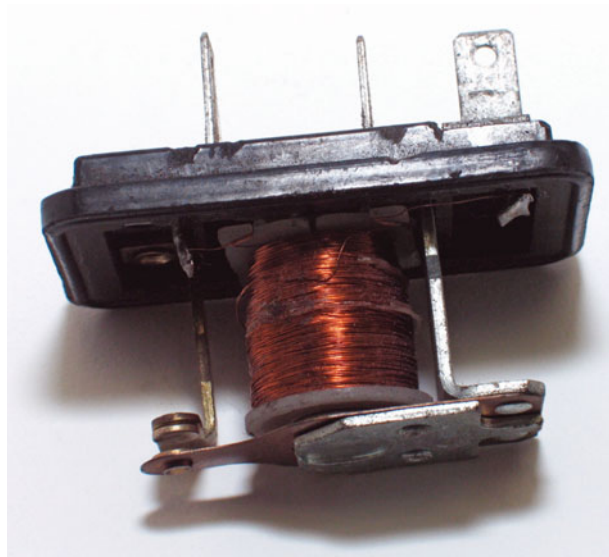
2. Напряжение на контакте 3 равно 0 (другого и не ожидается, поскольку цепь разомкнута).

3. Анализ напряжения на контакте 4 требует принятия некоторого решения. Если на нем присутствует 12 вольт при выключенном управляющем переключателе, обмотка реле исправна. В этом случае 0 вольт указывает на разомкнутое состояние цепи, следовательно, имеет место обрыв самой управляющей катушки внутри реле.

4. Используя провод-перемычку, следует перемкнуть контакты 1–3. Таким образом, реле удаляется из цепи как компонент, и фары должны загореться. Факт загорания фар подтверждает, что провод (провода) питания «реле—фары» и соединения «фары—масса» находятся в исправном состоянии.

5. Остается последний шаг — проверка работоспособности управляющего переключателя. Подсоедините положительный (красный) провод вольтметра ко 2-му контакту, а отрицательный — к 4-му. При замкнутом положении управляющего переключателя на нем должны быть 12 вольт, подтверждающие как исправность катушки, так и исправность самого переключателя и соединительных проводов.

Как несложно увидеть, добавление компонентов в воображаемую электрическую схему приближает ее к реальному техническому воплощению. В част-



Реле содержит два внутренних контура. Первый, малого тока, состоит из управляющей обмотки, замыкающей рабочие контакты при подаче на нее напряжения. Второй контур действует как переключатель, непосредственно подающий напряжение от аккумулятора на лампы

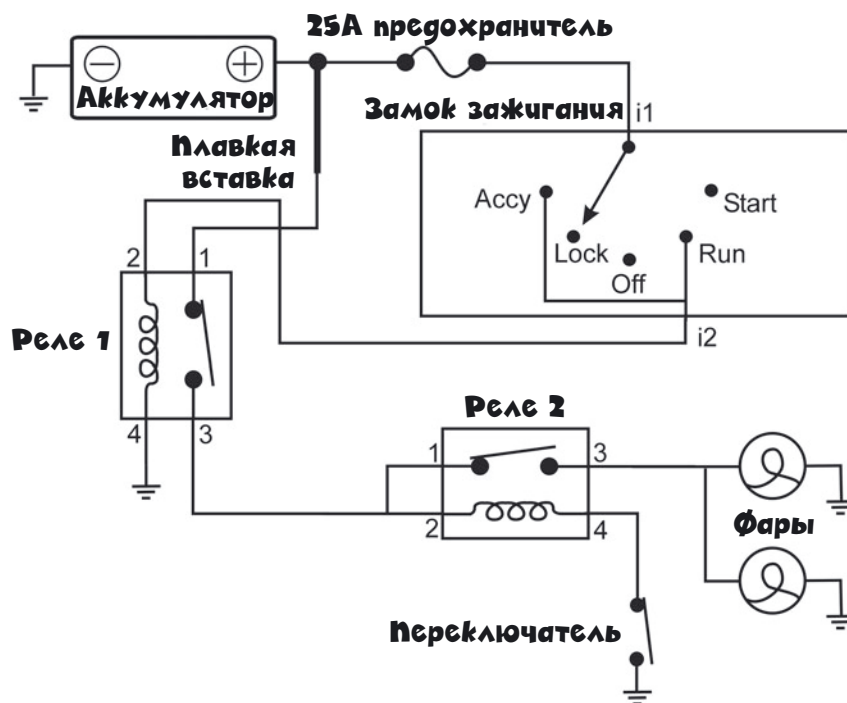
ности, добавление реле в рассматриваемом случае освобождает от использования проводов высоких токов с большим сечением и мощного выключателя. Однако в решении на последней схеме есть один недостаток — в нем отсутствует защита от забывчивого водителя, оставившего фары во включенном состоянии. Эта неосознанная ошибка приводит к разряду аккумулятора уже через несколько часов. Схема, представленная ниже, показывает, как добавление еще одного реле помогает решить эту проблему.

Задача реле 1, изображенного на схеме, заключается в обеспечении питания для реле 2. Реле 2 может только лишь принять на себя 12 вольт и обеспечить зажигание фар при положении ключа зажигания в положениях ACC или RUN. При положении ключа в положении START или OFF (или если он вообще отсутствует в замке зажигания) питание на реле 2 в принципе отсутствует, даже если управляющий переключатель и остался во включенном положении. Дополнительное преимущество такого схемного решения заключается в том, что фары не будут работать в момент запуска двигателя, что обеспечивает большую силу тока от аккумулятора к стартеру.

Добавление второго реле в рассматриваемую цепь все больше приближает ее к реальной типовой рабочей схеме автомобиля. Пока на реле 2 подается питание, можно включать и выключать свет через управляющий переключатель, а положение замка



Рис. 8-3. Два реле используются в схеме автомобильного освещения. Реле 1 препятствует работе фар, если отсутствует ключ зажигания, даже если до этого фары были включены



зажигания определяет состояние реле 1 (напряжение на его управляющую катушку подается только в положениях ключа ACC или RUN). 4-й контакт 2-го реле — заземляющий, и при включении управляющего переключателя он замыкается в цепь. При этом контакты 1 и 3 также входят в замкнутое состояние.

Пример этой схемы вполне реален и соответствует схемам, которые можно найти в инструкциях по ремонту (за исключением, опять же, расцветки для идентификации проводов). Если свет в автомобиле по какой-то причине не работает, следует проверить весь путь электрического тока от аккумулятора к фарам. Для этого нужно перевести ключ зажигания в положение RUN и выключить управляющий переключатель. Таким образом, напряжение 12 вольт должно присутствовать в следующих точках:

- контакты i1 и i2 (замок зажигания);
- контакты 1, 2 и 3 реле 1;
- контакты 1, 2 и 4 реле 2.

При включении управляющего переключателя должны произойти следующие изменения:

- на контакте 4 реле 2 — 0 вольт;
- на контакте 3 реле 2 — 12 вольт.

Если при этом фары не загораются, возможен обрыв провода, ведущего к самим фарам, перегорание

ламп или может быть нарушен их общий заземляющий провод.

На рис. 8-4 изображена реальная схема звукового сигнала автомобиля BMW525i 1993 года. Она является характерным примером изображения отдельной подсистемы, выделенной из общей электросистемы автомобиля.

Кроме того, в ней буквенно обозначена цветность всех проводов. Чтобы прочитать эту схему и проанализировать, как она работает, потребуется несколько шагов.

1. Схема начинается с левой верхней части, где условно изображен 15-амперный предохранитель F-9, через который питается одна часть реле по красному-черному проводу. Схема дает дополнительную информацию об этом предохранителе (о том, что напряжение поступает на него постоянно, и о месте его конструктивного расположения — на передней панели распределительного блока, позади моторного отсека с левой стороны). Если звуковой сигнал не работает, а на предохранителе F-9 отсутствует питание, следует обратиться к другой схеме, чтобы определить, откуда должно поступать питающее напряжение на переднюю панель распределительного блока.

2. Как видно из схемы, питание управляющей катушки реле осуществляется от замка зажигания через фиолетовый провод. Если оно отсутствует, снова следует обратиться к другой схеме, так как

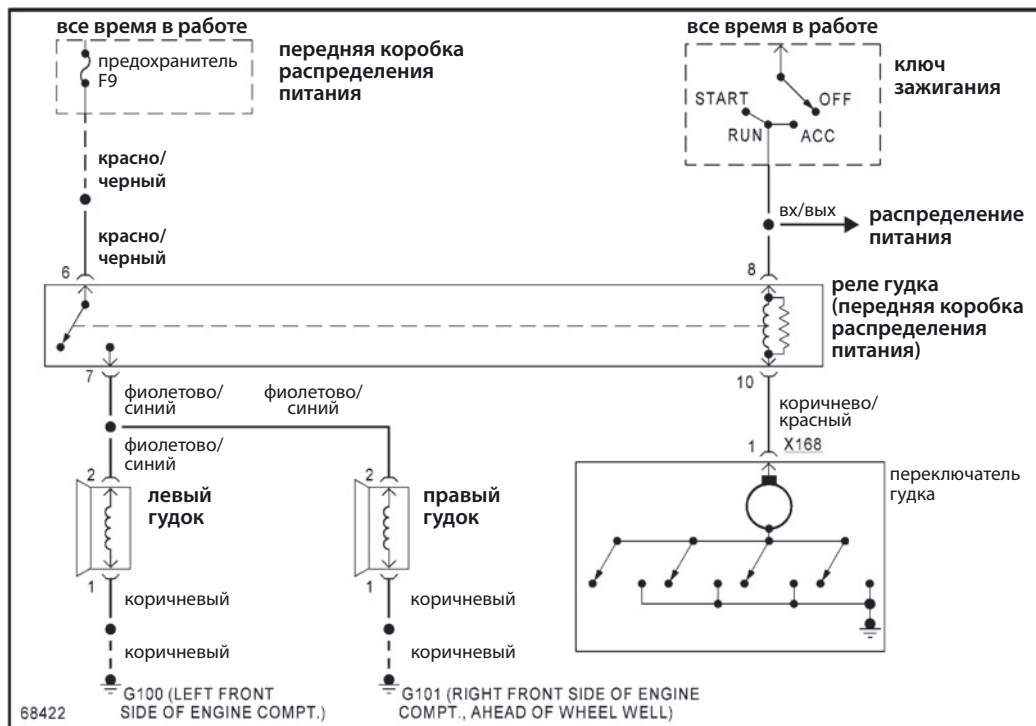


Рис. 8-4. Эта схема демонстрирует простейшую цепь для работы гудка. Чтобы определить местонахождение источника мощности, идущего к замку зажигания и передней коробке распределения мощности, нужно смотреть другую схему

при положениях ключа START, RUN или ACC и на клеммах 6, 8 и 10 должно присутствовать напряжение 12 вольт.

3. Кнопка включения звукового сигнала служит для задействования управляющей катушки по цепи, выходной контакт 10 — красно-коричневый провод — переключатель — «масса». Магнитное поле катушки вызывает замыкание контактов 6–7, что вызывает подачу звукового сигнала. Переключатель расположен в центре рулевого колеса и содержит четыре контакта, замыкающих красно-коричневый провод на «массу».

4. Если оба гудка не работают и вы хотите исключить из цепи реле как потенциальный источник электрической неисправности, следует подключить провод-перемычку между контактами 6 (красно-черный провод) и 7 (фиолетово-голубой провод). Перед этим рекомендуется зажать уши, чтобы не оглохнуть!

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ

Самый эффективный способ научиться читать схемы и работать с ними — практика. С учетом этого далее предлагается несколько примеров схем, сопровождаемых рядом вопросов. Запишите свои ответы на бумаге отдельно для каждой схемы. Правильные ответы

и пояснения вы найдете в конце этой главы. Возможно, при школьном тестировании учителя успокаивали вас, что в вопросниках нет никаких подвохов. Предупреждаю — в некоторых предлагаемых вопросах подвох присутствует специально для того, чтобы заставить вас задуматься! Удачи!

На следующих двух схемах (рис. 8-5 и 8-6) изображена реальная схема Ford Thunderbird 1975 года.

Эта модель оснащена карбюраторным двигателем (без системы электронного впрыска, но с электронным зажиганием). Вся электросхема Ford Thunderbird укладывается всего лишь в два листа. Читая ее слева направо, мы найдем на 1-м листе: переднее освещение, систему зажигания, аккумулятор, систему зарядки и коробку предохранителей; на 2-м: переключатели стеклоочистителя («дворников»), указатели поворота, освещение приборной панели, замок зажигания, переключатели света и внутреннего освещения салона, а также задние фонари.

В 1975 году Ford Motor Company (очевидно, в силу своей мудрости) решила, что электрические схемы, изображающие работу переключателей, за пределами понимания автомобильных техников. В результате, для того чтобы понять, куда и какой провод подключен, потребовалось применять дедуктивный способ мышления, часто переходящий в детскую игру угадайку.



Отвечая на предлагаемые вопросы, обращайтесь к представленным рисункам, и ваши способности чтения и понимания электросхем непременно увеличатся.

1. Предположим, что не работают передние фары. Какой предохранитель и какого цвета провод запитывает переключатель передних фар? Провод какого цвета запитывает цепь ближнего света? Дальнего?

2. Какая еще система(ы) пострадает, если перегорел предохранитель в цепи питания задних фонарей? Откуда он получает питание?

3. По какой цепи работают индикаторы давления масла и температуры? Откуда они получают питание? Если в цепь питания включен предохранитель, то откуда на него приходит напряжение? Где находится их заземление?

4. Как работает цепь стоп-сигналов? По какой цепи они получают питание? Каким образом происходит их включение?

На рис. 8-6 представлена схема компьютерного управления инжекторным двигателем Ford E-250V 1990 года.

На ней изображена вся система управления, включая датчики и исполнительные приводы. Практически подобные схемы никогда не показывают, что происходит в самом компьютере в электронном виде, в них только помечается каждый провод жгута. Провода (фишки разъемов) обычно нумеруются с пометкой функционального назначения и цвета. Предлагаемые ниже вопросы предполагают наличие базовых знаний о работе EFI (см. главу 7). Ответив на них, вы сможете разбираться и в других схемах управления инжекторными двигателями на конкретных транспортных средствах. И еще раз удачи!

1. Как вы проверите переключатель скоростей АКПП? Контакт с каким номером на выходе компьютера вы используете для тестирования? (Подсказка: Ford иногда помечает провода «массы» как SIG RET, или возвращение сигнала (Signal Return); другая подсказка: волнистые линии внутри переключателя выбора передач — это резисторы.)

2. Реле питания компьютера имеет постоянное собственное питание по проводу черно-оранжевого цвета. Опишите функции каждого провода, идущего на это реле. Какой из них управляющий? Питание еще каких компонентов осуществляется этим реле?

3. Датчик TPS использует переменный резистор в цепи сигнала, поступающего на компьютер. Какая функция каждого из трех проводов TPS? Какой еще датчик работает так же, как TPS?

4. Если компьютер не может обеспечить 5-вольтным опорным напряжением какой-нибудь из датчиков PIN26 (VREF), он подлежит замене. Однако

перед заменой такого дорогостоящего компонента необходимо проверить все его энерговыходы и заземление. Какие номера у контактов, подлежащих проверке?

ОТВЕТЫ

Ответы по схемам Ford Thunderbird 1975

Вопрос 1. Питание на переключатель фар поступает непосредственно от аккумулятора, а не через предохранитель. Черный/оранжевый провод, идущий на реле стартера, соединен с желтым проводом, который разветвляется и связывает блок предохранителей, замок зажигания и передние фары. Провод от переключателя до фар красный/желтый. Этот провод идет к переключателю прежде, чем он же идет на фары. Далее цепь разделяется: питание проходит на черный/красный провод для питания ближнего света или на светло-зеленый/черный для питания дальнего.

Вопрос 2. Первый шаг ответа на вопрос заключается в том, чтобы найти сам гипотетически перегоревший предохранитель. Подвох заключается в том, что предохранители в представленной схеме не имеют маркировки, поэтому нужно начать свое исследование с задних фонарей и продвигаться до предохранителя. На дальней правой стороне диаграммы показаны две лампы задних фонарей. Каждая из них имеет два провода: один — питания, другой — «массы». Провода черного цвета замкнуты на «массу». Обратите внимание, что на этот провод замкнуты и другие лампы, так что черный провод можно назвать их общей «массой». Чтобы убедиться в этом, посмотрите на правую нижнюю часть диаграммы — символ заземления находится на черном проводе.

Провод питания розовый/черный соединяет задние фонари с переключателем (на нижней части схемы с правой стороны). Он соединяется у коробки предохранителей с розовым/черным проводом, который идет в двух направлениях (точка выхода указана примерно посередине левой части схемы второго листа). Левая ветвь розового/черного провода замыкается на предохранитель с правой стороны (дно коробки). На этот предохранитель поступает напряжение 12 вольт по серому/желтому проводу от замка зажигания — естественно, когда он находится в положении ON. Этот же предохранитель пропускает 12 вольт на прерыватель сигнала поворота.

Вопрос 3. Цепь индикаторов масляного давления и температуры также показана в центре второго листа общей схемы (чуть левее). Она питается через предохранитель, расположенный в левой части коробки (4-й, если считать сверху вниз). Провод питания, соединяющий индикаторы и предохранитель,



143



145



ключателем, предполагается, что они будут работать, когда переключатель находится в замкнутом состоянии. Каждый задний фонарь имеет две нити накаливания. У правого стоп-сигнала провод оранжевый/светло-голубой, у левого — светло-зеленый/оранжевый. Черный провод — общее заземление для всех задних фонарей (включая и стоп-сигналы).

Ответы по схеме Ford E-250V 1990

Вопрос 1. Искомый переключатель находится в зоне B15 (буквенное обозначение координат зоны располагается по вертикали, численное — по горизонтали). Провод светло-голубой/белый от переключателя идет на компьютерную фишку EEC 30 — NDS (A/T) и предотвращает запуск двигателя с АКПП, если рычаг коробки передач не находится в нейтральном положении. Черным/белым проводом переключатель соединен с несколькими точками: с фишкой 8 трансмиссионного компьютера E4OD, датчиком TPS, датчиком позиции клапана системы рециркуляции выхлопных газов EGR и кислородным датчиком, а также оранжевым проводом с 49-й фишкой компьютера. Последний выполняет функцию заземления нагревательного элемента кислородного датчика.

Вопрос 2. Реле питания компьютера расположено в зоне A12. У него четыре провода, которые выполняют следующие функции:

- черный/оранжевый — всегда под напряжением, поступающим через предохранитель;
- красный/светло-зеленый — управляющий провод реле (или триггеров). Напряжение на него поступает при положениях ключа зажигания в START или RUN. Кроме того, он запитывает регулятор напряжения, катушку зажигания и модуль зажигания;
- черный/светло-зеленый — провод заземления управляющей катушки реле питания компьютера;
- красный — через фишки 37 и 67 запитывает компьютер, инжекторы, пять соленоидов и трансмиссионный компьютер E4OD.

Вопрос 3. Для определения назначения каждого из трех проводов TPS следует действовать методом исключения. Назначение каждого из проводов следующее:

- оранжевый/белый — проводит стабилизированное опорное напряжение 5 вольт от фишки компьютера 26 для датчиков TPS, MAP и датчика позиции клапана системы рециркуляции выхлопных газов EGR;
- темно-зеленый/светло-зеленый — сигнальный провод TPS на компьютерную фишку 47 и TP (этот сигнал указывает компьютеру положение дросселя);
- черный/белый — провод заземления на компьютерную фишку 48.

Таким образом, оранжевый/белый провод — провод питания, а темно-зеленый/светло-зеленый — сигнальный. Точно таким же образом работает датчик клапана системы рециркуляции выхлопных газов EVR.

Вопрос 4. Отследив каждый провод компьютера, вы заметите, что у него три провода питания и четыре — заземления. Провода питания следующие:

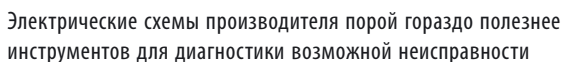
- провод на фишку 1 (KAPWR) — напряжение, поступающее через предохранитель, присутствует всегда;
- провод на фишки 37 и 67;
- провод VPWR от реле питания компьютера, управляемый ключом зажигания.

Что касается проводов заземления, то они замыкаются не непосредственно на «массу» (отрицательную клемму аккумулятора), а на внутренний контур заземления компьютера, то есть сам компьютер не может получить заземление через эти провода. Фишки этих проводов:

- 6 (VSS DIF);
- 20 (CASE GND);
- 40 (PWR GND);
- 60 (PWR GND).

УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК В ЭЛЕКТРОСИСТЕМАХ

Устранение любой комплексной неисправности требует логического подхода. Может быть, это и покажется очевидным, но, к сожалению, бывает, что даже специалисты приступают к ремонту электросистемы, не имея при этом продуманного плана действий. Зачастую они начинают с разборки и замены компонентов, скрещая при этом пальцы и надеясь на лучшее. Однако более рационально потратить некоторое время на тщательный анализ с последующим обозначением последовательных шагов, после чего большинство электрических проблем устраняется легко и просто. Другими словами, очень полезно, когда программа дальнейших действий ясна заранее, а первоочередное проведение самых простых и быстрых электрических тестов становится хорошей привычкой. В общем виде такой подход ведет к получению максимальной информации при наименьших усилиях, что помогает решить проблему или, по крайней мере, сузить область ее поисков. Бесплатное тестирование или непонимание результатов показаний мультиметра ведет лишь к разочарованию и потере времени. Несмотря на то что вы не видите воочию течение тока в цепи, можно наблюдать последствия его работы (горение фар, вращение двигателя, щелканье реле и т. д.). Слух, зрение, тактильное восприятие — все это в сочетании с показаниями электроизмерительного оборудования должно использоваться одновременно. Совместно с органами чувств (и, конечно, умом, если вы его еще не потеряли после всего прочитанного) и показаниями приборов следует учитывать и другие косвенные признаки. Во-первых, нужно определить внешние условия, при которых возникает проблема. Быть может, на ее проявление влияют жара или холод? Носит ли она постоянно-периодический характер или возникает только при особых условиях эксплуатации? Не возникли ли неполадки сразу после установки дополнительного аксессуара или после незначительного ремонта? Другими словами, нужно оценить проблему(ы) так, чтобы увидеть возможность влияния другой схемы или компонента на неисправность в тестируемой цепи. Не стесняйтесь обращаться к инструкции по ремонту и к другим справочным материалам, поскольку в них могут содержаться бесценная информация для идентификации проводов, предохранителей, разъемов и межблочных соединений, плавких вставок и других

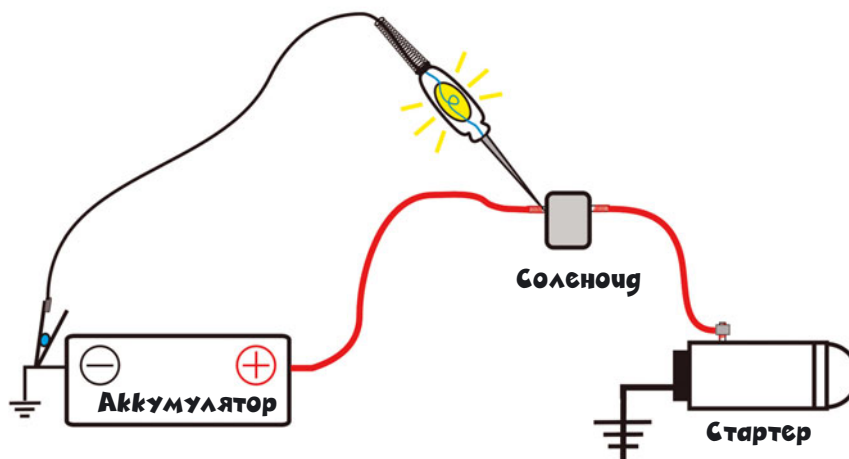


электрических компонентов, влияющих на работоспособность схемы. Но в любом случае самая ценная информация все равно будет содержаться в инструкции по эксплуатации и электрических схемах. Это два самых главных инструмента, которые позволят вам сэкономить массу времени и определить контрольные тестовые точки в неисправной цепи.

«НЕРАБОТАЮЩИЙ СТАРТЕР»: ТЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Рассмотрим следующий гипотетический сценарий. Давний друг звонит вам по телефону и сообщает, что его машина не заводится. За последний месяц эксплуатации стартер медленно вращал коленвал, а теперь он вообще не проворачивает двигатель. Поэтому пришла пора приобрести новый аккумулятор. Отговорите его от этого решения: настало время приме-

Рис. 9-1. Когда вам не нужно знать, какое конкретно напряжение присутствует в сети, на помощь придет контрольная лампа – самый быстрый и простой способ проверить, что напряжение вообще есть



нить практические навыки диагностирования и осмотреть его автомобиль.

Первый шаг осмотра заключается в собственноручной проверке поступившей жалобы с последующим определением схем и компонентов, которые также могут не работать. В нашем гипотетическом случае вы пробуете провернуть двигатель, и ничего не происходит. Кроме того, индикатор приборной панели не отражает того, что ключ переводится в положение RUN или START. Другими словами, создается впечатление, что ничего не работает вообще. Перед выполнением проверки аккумулятор должен быть полностью заряжен, и ваш друг говорит, что так оно и есть, поскольку всю ночь батарея стояла на зарядке. По сути, он прав: при прямом подключении мультиметра на АКБ вольтметр показывает 12,8 вольт. Это значит, что аккумулятор действительно заряжен на 100% и готов к продолжению проверки. Для того чтобы быть совсем уверенным, воспользуйтесь ручным аккумуляторным тестером (или нагрузочной вилкой) и убедитесь, что в течение 10 секунд напряжение АКБ не падает ниже 10 вольт. Таким образом, проблема не в батарее, и пришло время воспользоваться пробником.

Принимая во внимание, что аккумулятор заведомо исправен, теперь следует узнать, насколько далеко напряжение «путешествует» на пути к стартеру в рамках его цепи. Использование пробника — самый быстрый и легкий способ выяснить, доходит ли ток до втягивающего реле (соленоида) стартера. Перед началом работы необходимо проверить это контрольное устройство, если вы не хотите тратить долгие часы лишь на то, чтобы, в конце концов, узнать, что «полетела» лампа само-

1985 ФОРД МУСТАНГ

Компонент	Местонахождение компонента
Блок управления системы охлаждения кондиционера	На фиксаторе, ниже рулевой колонки
Электронный блок управления	Под приборной панелью
4-цилиндровый	В правой части капота
6 и 8-цилиндровый	Под передним правым сиденьем
Графический модуль предупреждения	В центре консоли
Модуль предупреждения о недостаточном уровне топлива	За правой частью приборной панели, над бардачком
Усилитель переключения передач	На левой части обтекателя
Резистор вентилятора в кондиционере	Под правой частью приборной панели, на сборке испарителя
Автоматический верхний предохранитель	Под приборной панелью, справа от рулевой колонки
Датчик атмосферного давления	На правом переднем крыле
Блок передачи показаний температуры, 4 цилиндра	Головка цилиндра, передняя
2,3 литра нетурбированный	На задней левой стороне двигателя
2,3 литра турбированный	На левой стороне головки цилиндра
6-цилиндровый	Возле левой части дистрибьютора
8-цилиндровый	Сверху двигателя, перед карбюратором
Датчик температуры хладагента	На верхней правой передней части двигателя
Позиционный датчик клапана EGR	В бензобаке
Датчик, передающий информацию о расходе топлива	В поддоне моторного масла
Датчик, передающий показания о низком уровне масла	Сверху аккумулятора постоянного тока
Переключатель реле давления воздуха в сопротивлении	На трансмиссии
Резервный/нейтральный переключатель безопасности	На левой ударной опоре
Переключатель атмосферного давления	Выше педали сцепления
Переключатель сцепления	На раме, рядом с левой ударной опорой
Двойной тормозной переключитель	

Некоторые руководства указывают на местонахождение конкретных электрических деталей. Такая информация способна значительно сэкономить время при диагностике неисправностей

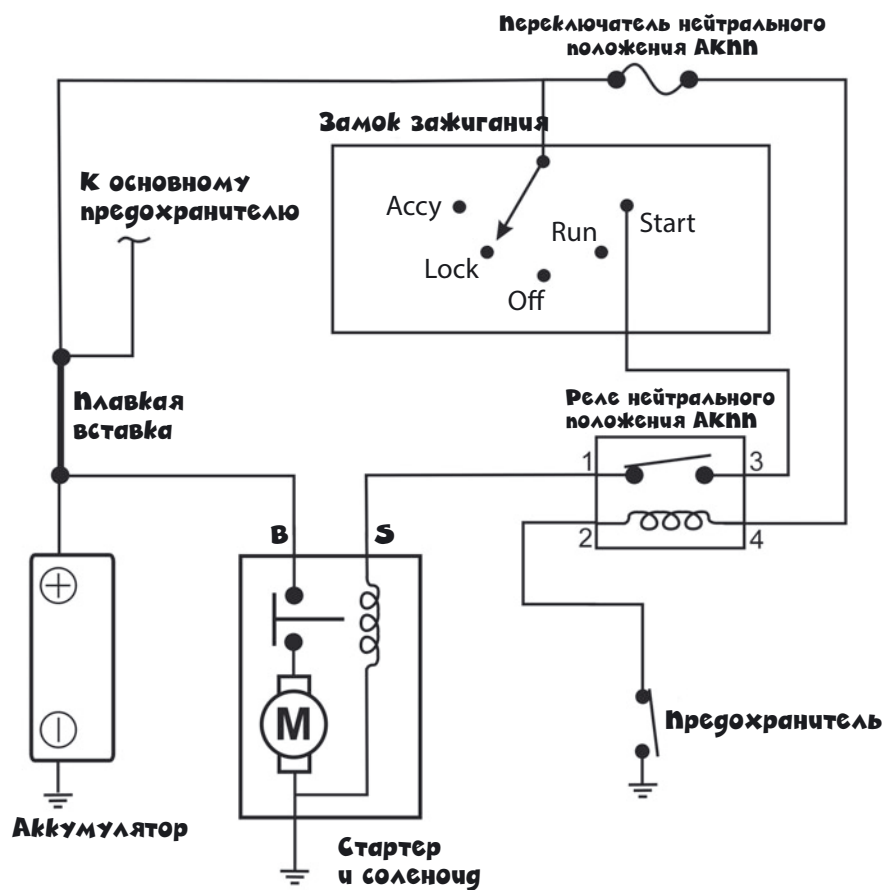


Рис. 9-2. Эта цепь стартера использует безопасный переключатель и реле. Это предотвращает запуск двигателя в том случае, если рычаг коробки передач не находится в нейтральном положении

го пробника. Замкните «крокодил» на отрицательную клемму АКБ (или на «массу») и прикоснитесь щупом к ее положительной клемме. При наличии свечения переставьте щуп с «+» аккумулятора на входную клемму втягивающего реле. Загорание пробника подтверждает наличие напряжения на соленоиде.

Теперь настало время для следующего шага: нам требуется узнать, где должно присутствовать напряжение, но его нет. Для этого следует воспользоваться схемой, на которой указаны все компоненты цепи и порядок их соединения, что даст возможность идентифицировать все ее участки, на которых могут существовать проблемы. Схема указывает на семь таких точек.

К ним относятся: аккумуляторная батарея, стартер, плавкая вставка, замок зажигания, переключатель нейтрального положения АКПП (N/S), реле этого переключателя и провода, входящие в состав этой цепи и объединяющие перечисленные компоненты. Как видно из схемы, плавкая вставка напрямую подключена к положительной клемме аккумулятора. От нее питание идет на замок зажигания. Представляется эффективным начинать проверку с наиболее доступ-

ных компонентов. Замок зажигания находится под приборной панелью, поэтому учтите, что в некоторых случаях с него нужно снять крышку для обеспечения доступа к проводам. Проще всего сначала добраться до плавкой вставки — она расположена рядом с аккумуляторной батареей. Поскольку нам важен лишь факт присутствия напряжения, ее достаточно проверить пробником.

Свечение пробника при касании щупом входной стороны вставки и отсутствие такового при касании другой стороны свидетельствует о том, что вставка перегорела. Проблема решена? Может быть, и так.

По сути, плавкая вставка представляет собой предохранитель высокой мощности, который при превышении допустимого тока нагрузки размыкает цепь путем перегорания или расплавления внутреннего проводника. Под действием этих нагрузок, да и просто с течением времени от старости, плавкие вставки постепенно изнашиваются. Если при замене плавкой вставки на новую и ключе зажигания в положении OFF (все системы автомобиля выключены) на контактах возникает искра, можно с уверенностью утверждать о прямом замыкании на «массу» како-

Рис. 9-3. Свечение пробника при касании щупом открытой части вставки и отсутствие такового при касании другой стороны свидетельствует о том, что вставка перегорела

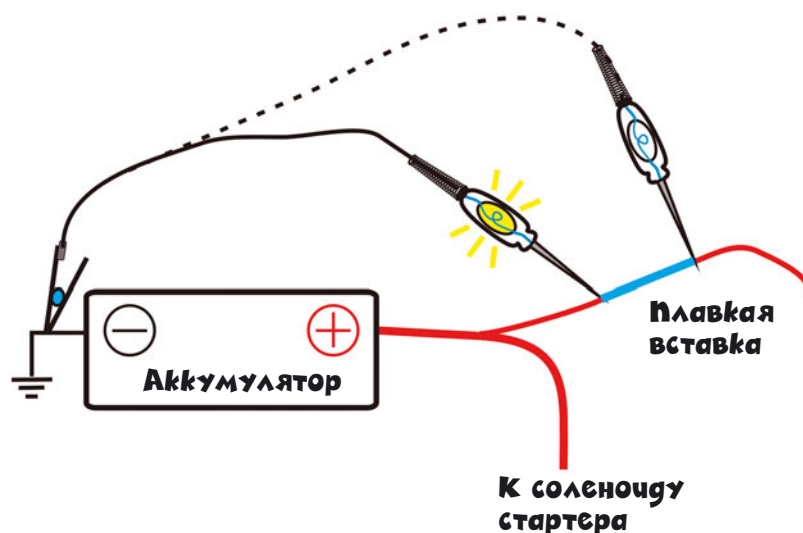
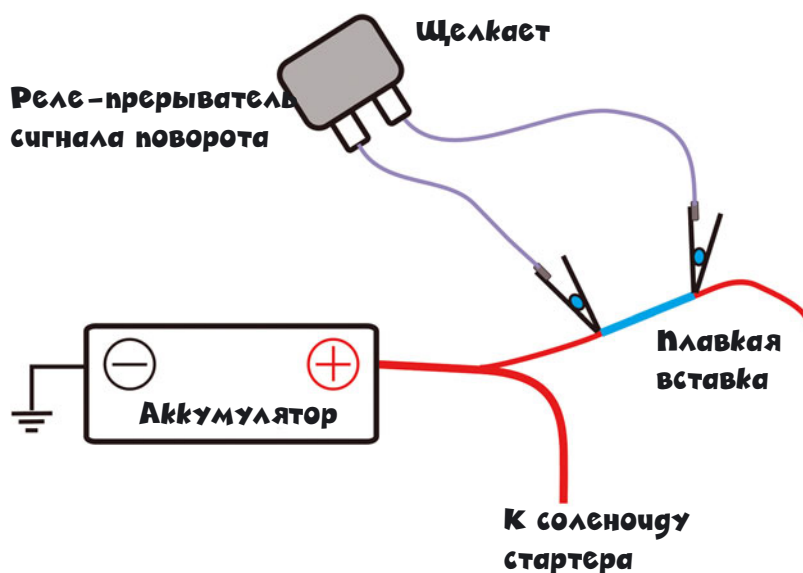


Рис. 9-4. Использование автоматического выключателя (автомат защиты цепи) или реле-прерывателя сигнала поворотов может упростить поиски. В нашем примере обе цепи были присоединены к предохранителям, которые закоротили на массу



го-то участка цепи, защищаемого вставкой. Замыкание и есть причина перегорания плавкой вставки. Это может произойти из-за износа изоляции, когда медные жилы провода начинают касаться «массы». В этом случае следует начать поиск местонахождения физической проблемы, являющейся причиной короткого замыкания.

Чтобы выяснить, какой провод замкнут на «массу», обрыв цепи, вызванный перегоревшей плавкой вставкой, должен быть временно снова восстановлен. Это удобно сделать с помощью устройств ShortFinder, подробно описанных в главе 3. Как было сказано раньше, в простейший искатель подобного рода вхо-

дит автоматический выключатель (автомат защиты цепи) или реле-прерыватель сигнала поворотов. Пользоваться прибором во втором исполнении проще (он еще и щелкает), поэтому его не только видно, но и слышно. ShortFinder занимает место плавкой вставки и автоматически включается и выключается в результате нагрева и охлаждения. Для локализации проблемы достаточно последовательно однократно отсоединить разъемы (соединения) каждого участка схемы. Если отсоединение разъема прекращает автоматическое отключение ShortFinder (или щелчки), то вы нашли участок цепи, который замыкает на «массу». Как показано на электрической схеме, плавкая

вставка подает питание на блок предохранителей в салоне и выключатель зажигания. Когда каждый отключен (по одному за раз!), ShortFinder продолжает включаться и выключаться. Это означает, что место замыкания на «массу» еще не обнаружено. Это также означает, что провода, идущие к переключателю зажигания или к блоку предохранителей, не являются причиной проблемы. Соответственно, провода, идущие от положительной клеммы аккумулятора до плавкой вставки, и будут местом замыкания.

Ситуация может оказаться иной. Изучая проводку в месте перегоревшей вставки, вы обнаруживаете непонятный и явно «чужой» провод. Ваш друг поясняет, что несколько месяцев назад он установил на машину дополнительные фары. Лично я всегда подозреваю в источнике проблем установку дополнительных проводов, которыми транспортное средство не было оснащено изначально, поскольку профессионализм их инсталлятора остается под вопросом. Новый провод, пропущенный под лотком аккумулятора, оказывается перетертым. После его замены, а также замены плавкой вставки индикатор стартера начинает загораться, а сам стартер заводит двигатель. Проблема решена? И снова — может быть, и так. Почти.

Стартер проворачивает двигатель, но делает это слишком медленно. Если вы помните, медленная прокрутка была одной из жалоб вашего друга еще до того, как двигатель перестал заводиться вообще. Этот симптом может быть вызван тремя основными причинами: чрезмерным трением внутри двигателя (1), физической или электрической неполадкой стартера (2) и высоким сопротивлением в цепи стартера (3).

Первая причина исключается, если после запуска двигателя работает ровно, не перегревается и из выхлопной трубы не валют клубы черного дыма. Хорошим методом проверки отсутствия повышенного трения может стать попытка прокручивания двигателя вручную с помощью воротка и головки.

Со второй и третьей причинами все обстоит несколько сложнее. Дело в том, что для исключения самого стартера как потенциального источника проблемы вам необходимо предварительно узнать, чрезмерно высокую или, напротив, низкую нагрузку он представляет собой в цепи с точки зрения электрики. В первом случае почти наверняка дело заключается в коротком замыкании обмотки возбуждения или якоря. При низком потреблении тока следует предполагать наличие высокого сопротивления где-то в цепи стартера. Надеюсь, что у вас есть индуктивный амперметр, с помощью которого легко выяснить силу потребляемого тока. Во-первых, отсоедините от катушки зажигания провод, идущий на распределитель. Это исключит запуск двигателя и даст амперметру достаточно времени для измерения силы тока, пока двигатель проворачивается.

Затем зажмите зонд амперметра на аккумуляторном проводе, ведущем к стартеру. Допустим, амперметр показывает ток в 82 ампера. Этот ток слишком низок, поскольку большой 4-цилиндровый двигатель обычно требует для запуска 125 ампер, и означает наличие в цепи повышенного сопротивления. Настало время использовать вольтметр и провести измерение падения напряжения для локализации проблемного участка.

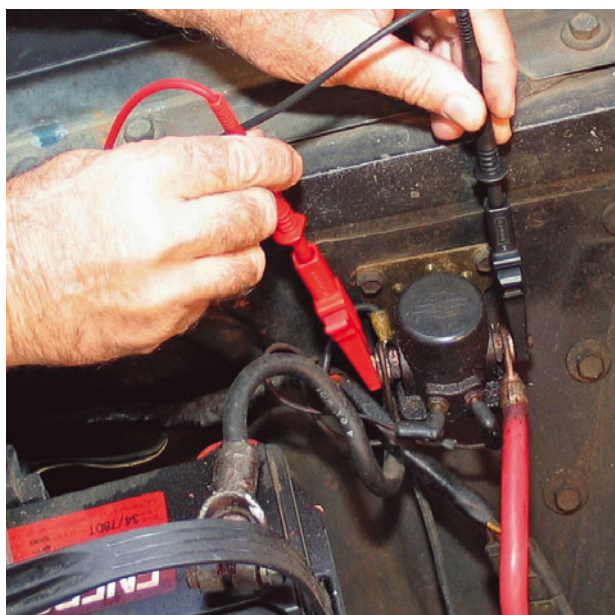
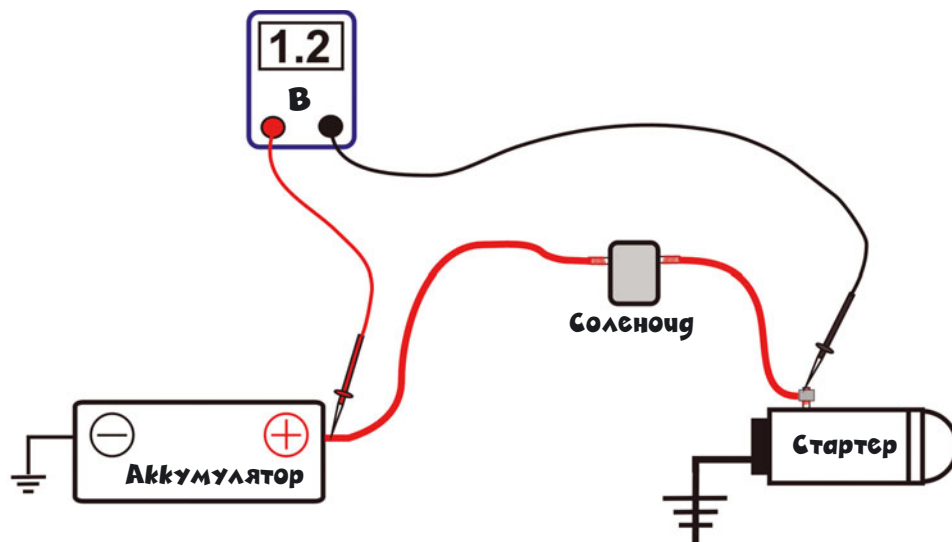
В первую очередь проверяется положительная сторона. Подключите красный провод вольтметра к положительной клемме батареи, а черный к кабелю мотора стартера. При проворачивании двигателя оно составляет, предположим, 1,4 вольта, то есть слишком большое для данного участка. Мы помним, что наиболее вероятным местом высокого напряжения для любой цепи является выключатель. Роль выключателя в нашем случае выполняет тягивающее устройство, работающее как реле. От замка зажигания на него поступает 12 вольт, а соленоид устройства напрямую замыкает контакты между положительным кабелем аккумулятора и стартером. Эти контакты могут загрязниться и стать причиной повышенного сопротивления. Зачистив контакты и, измерив падение напряжения на тягивающем реле, вы получаете значение 0,8 вольта, свидетельствующее о его высоком внутреннем сопротивлении. Этого уже достаточно для того, чтобы принять решение о замене. После установки нового тягивающего устройства стартер наконец-то проворачивает двигатель с нормальной скоростью, и он сразу же запускается. Проблемы решены. Дело сделано.

Как видно из рассмотренного гипотетического случая, логический метод диагностики электрической неполадки всегда более продуктивен, чем бессистемный подход. Неработающий стартер, причем исправный, оказался своеобразным индикатором сразу нескольких неисправностей. Но, методично идя шаг за шагом, мы обнаружили все скрытые проблемы, не тратя время на бессмысленную последовательную замену компонентов. Мы просто все время держали в голове «три вещи» — питание, нагрузку и заземление. Рассмотренный пример хорошо иллюстрирует, как проверяются основные общие проблемы электрических цепей: обрыв, короткое замыкание и высокое сопротивление. Однако не будем забывать, что у них есть и другие характерные «болезни»: плохой контакт с «массой», взаимодействие (перемыкание) цепей друг с другом и паразитные токи.

ПЛОХАЯ «МАССА»

Плохая связь с «массой» порождает изрядное число электрических неполадок. Даже многие профессионалы зачастую сталкиваются с проблемами при об-

Рис. 9-5. Эта цепь стартера теряет 1,2 вольта где-то вдоль положительной клеммы. Перемещая вольтметр вдоль цепи, мы сможем определить точку разрыва



Этот соленоид стартера можно легко проверить на высокое сопротивление, используя проверку падения напряжения. Контакты соленоиды не должны терять более 0,2 вольта во время запуска рукояткой стартера

наружении этой неисправности, потому что не очень хорошо себе представляют, что именно нужно искать, в отличие от проверки питания (там все ясно — либо есть 12 вольт, либо их нет).

Существует несколько способов определения плохой «массы» цепи. К одному из самых надежных и точных относится использование вольтметра с це-

лью определения падения напряжения (см. главу 2). Рисунок 6-9 показывает, как подсоединить вольтметр для определения падения напряжения на участке заземления в цепи звукового сигнала.

Важно помнить, что сам звуковой сигнал (гудок) должен быть исправен, иначе тест не будет работать. При хорошем заземлении разность потенциалов на участке заземления должна быть равна (или почти равна) 0 вольт. Если гудок (он является нагрузкой) не использует все доступное напряжение, то он будет издавать слабые звуки, следовательно, вольтметр укажет некоторое падение напряжения на участке заземления (как показано на рисунке).

Аналогичный тест можно провести и с помощью пробника (с учетом ограничений, присущих этому устройству).

Участок цепи с плохим заземлением должен обладать достаточно высоким сопротивлением для того, чтобы «разделить» часть напряжения на «массу», а часть на нагрузку. В случае, когда проблемы с «массой» существуют, но сопротивление не очень велико и лампа не загорается лишь вследствие недостатка напряжения, этот способ тестирования не сможет указать на неисправность.

Следующим не совсем технологичным методом поиска плохой «массы» является замена провода заземления проводом-перемычкой.

Перемычка между клеммой «массы» нагрузки (гудка) и заведомо исправным участком (минус батареи) поможет установить участок, где присутствует высокое сопротивление. Приведенный выше рисунок иллюстрирует, как обойти цепь звукового сигнала.

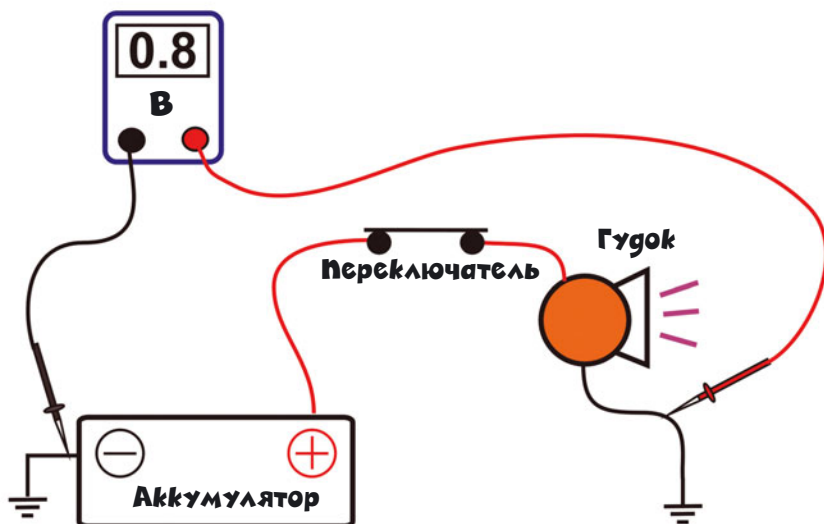


Рис. 9-6. Показания вольтметра 0,8 вольта являются слишком большими для заземления в данной цепи гудка. Если гудок (он является нагрузкой) не использует все доступное напряжение, то он будет издавать слабые звуки

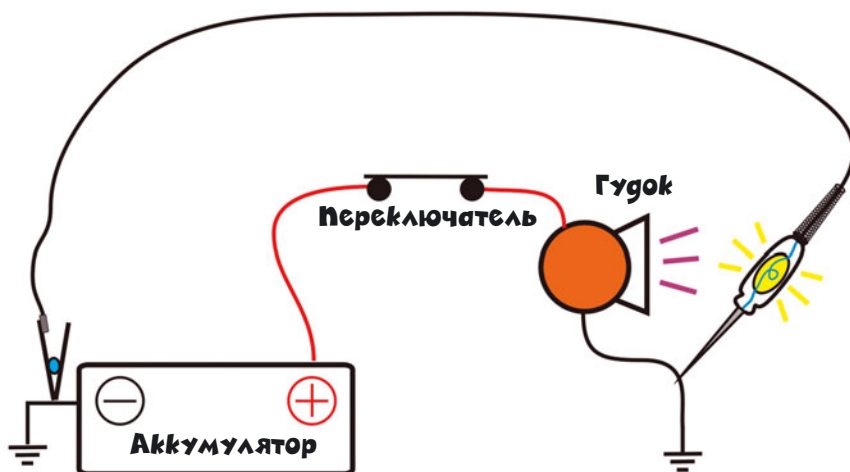


Рис. 9-7. В случае, когда проблемы с «массой» существуют, но сопротивление не очень велико, и лампа не загорается лишь вследствие недостатка напряжения, этот способ тестирования не сможет указать на неисправность. Поэтому лучше использовать вольтметр.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (ПЕРЕМЫКАНИЕ) ЦЕПЕЙ

Если нагрузка включается и одновременно самостоятельно подключается другая независимая нагрузка, то цепи переключаются между собой. Это случается, если проводники сигнальных проводов (проводов питания и «массы») входят между собой в физический контакт. Как правило, такая ситуация является следствием износа изоляции, нарушением целостности разъема или перетиранием проводов между собой внутри жгута. Вторая распространенная причина переключения цепей может заключаться в неисправности ее компонентов (устройств нагрузки). Некоторые цепи разработаны таким образом, чтобы один компонент включал другую схему или компонент; следовательно, дефект в контролирующей электри-

ческой части может заставить другие схемы работать непреднамеренно. Ну и окончательная субъективная причина подобных проблем может заключаться в некомпетентности самих электриков. Иногда пересечение цепей может происходить из-за неправильного соединения, произведенного неграмотным специалистом. Ниже проиллюстрирован пример подобного подключения.

Каждый раз при открывании багажника происходит включение его освещения и, кроме того, включаются задние фонари. Другими словами, цепь, управляющая включением освещения багажника, непроизвольно управляет и другой цепью. Как видно из схемы, эти цепи имеют общий разъем C1. При его отсоединении и подключении тестера в режиме проверки неразрывности цепи (общая функция цифровых

Рис. 9-8. Низкотехнологичный, но действенный, способ обнаружения плохого заземления — использовать перемычку для создания временной «земли». При тестировании с помощью этого метода, если устройство нагрузки отработает как надо, останется лишь отремонтировать провод заземления

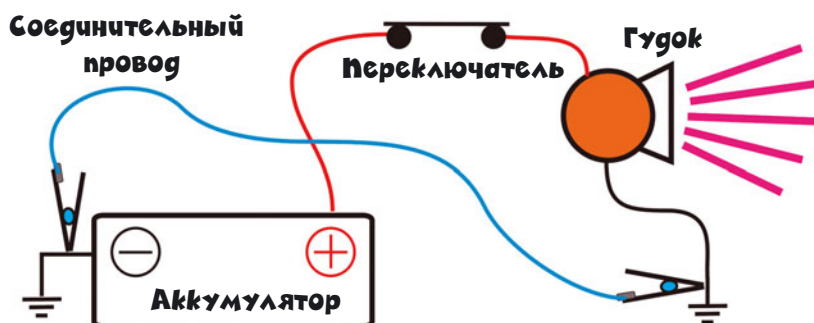


Рис. 9-9. Каждый раз при открывании багажника происходит включение его освещения и, кроме того, включаются задние фонари. Синий/желтый и зеленый провода переключаются с нагрузочными устройствами

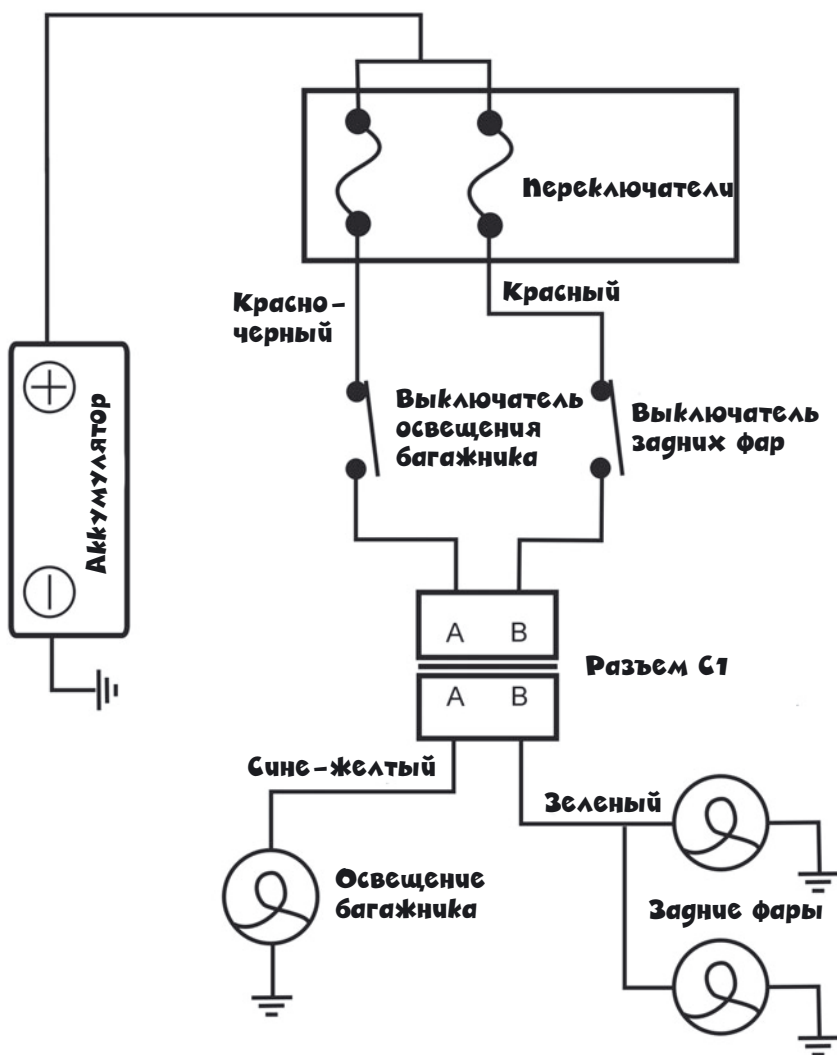




Рис. 9-10. На некоторых автомобилях управляемое компьютером реле может быть включено, в результате чего контрольная лампа загорится. Для устранения этой причины (как ложного показания пробником присутствия паразитарного тока) временно подсоедините провод-перемычку между положительной клеммой аккумулятора и батарейным кабелем, не отсоединяя при этом пробник

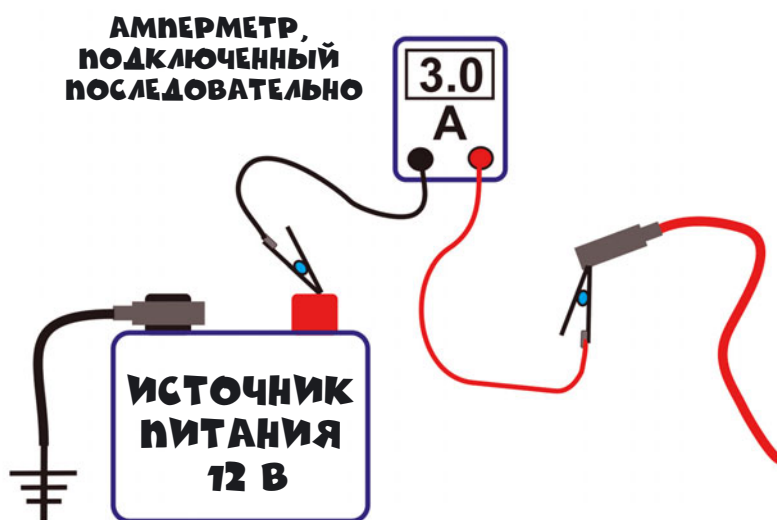


Рис. 9-11. Амперметр можно последовательно соединить с положительным или отрицательным кабелем аккумулятора. Удостоверьтесь, что сила тока на аккумуляторе не выше, чем может считать амперметр, иначе он может сломаться

мультиметров) на контактах А и В со стороны питания разъема может быть выявлено наличие перемыкания схем. (Убедитесь, что предохранители, обеспечивающие питание испытываемых цепей, удалены перед подключением тестера, так как напряжение в проводе, где подключен мультиметр, может повредить прибор в режиме испытания непрерывности.) Если мультиметр указывает на взаимодействие указанных контактов со стороны питания, то и само перемыкание схем следует искать с той же стороны разъема. Если это пересечение отсутствует (мультиметр не подает звукового сигнала), то проблему следует искать на другой стороне разъема. Перейдя на другую сторону, мы можем услышать сигнал, указывающий на со-

прикосновение зеленого и синего/желтого проводов между собой на участке «разъем — лампа багажника» или «разъем — задние фонари». Пошевелив провода на разных участках и слушая звуковой сигнал мультиметра, вы легко обнаружите место соприкосновения проводов разных схем и сможете устранить проблему с помощью простой изолянты.

ПАЗАРИТНЫЕ ТОКИ

Токи указанного характера возникают достаточно часто, потому их выявление является весьма полезной процедурой. Так, автомобиль, которым не пользовались несколько дней, вдруг может перестать заводить-

ся из-за севшего аккумулятора. Как правило, это случается из-за неплотно закрытой крышки багажника, «бардачка», невыключенного освещения салона и т. п. Обычно такие мелочи не замечаются до тех пор, пока аккумулятор не перестает работать. Паразитные токи могут возникать и в случае «залипания» контактов реле во включенном положении. При отсутствии напряжения на управляющей обмотке они все равно будут потреблять ток, разряжая тем самым батарею.

Кроме того, в автомобиле существуют постоянные потребители энергии: компьютеры, часы, память цифрового радиоприемника и другие электронные элементы, требующие запоминания и поддержки информации. Обычно эти токи потребления настолько малы, что нисколько не влияют на запуск двигателя даже после нескольких месяцев простоя. Суммарное значение силы тока, текущего по цепям электросистемы в полностью выключенном состоянии, не должно превышать 75 миллиампер (на практике это значение еще меньше — менее 40 миллиампер). Если ток нагрузки превышает указанное значение, аккумулятор может оказаться разряженным через несколько дней. Паразитные токи обнаруживаются с помощью обычных амперметров, пробников и проводов перемычек. Здесь нелишне вспомнить, что некоторые цифровые амперметры предназначены для измерения силы тока, не превышающей 10 ампер, и часто (но не всегда) имеют собственный предохранитель, который плавится при подключении к цепи с большим значением (другими словами, «горит» предохранитель, а не прибор).

Насколько силен ток

Прежде чем перейти к поиску причины возникновения паразитного тока, требуется примерно оценить его значение. Знание этой цифры облегчает задачу поиска компонента, который, как правило, становится причиной необоснованного потребления, и защитить мультиметр от перегорания предохранителя. В первую очередь отсоедините положительную клемму аккумулятора, подсоедините к ней пробник, а другой конец пробника замкните на освободившийся кабель.

Если значение силы тока будет достаточно высоким (больше 4 ампер), контрольная лампа пробника загорится. На некоторых автомобилях управляемое компьютером реле может быть включено, в результате чего контрольная лампа загорится. Для устранения этой причины (как ложного показания пробником присутствия паразитного тока) временно подсоедините провод-перемычку между положительной клеммой аккумулятора и батарейным кабелем, не

отсоединяя при этом пробник. После отсоединения перемычки от кабеля контрольная лампа может погаснуть. Если же она останется гореть, в цепи присутствует ток не менее 4 ампер. При проведении этого теста следует соблюдать осторожность: не забывайте, что точное значение тока, превышающее 4 ампера, вам неизвестно, поэтому в цепь нельзя включать амперметр, поскольку в случае больших значений это может вызвать перегорание его предохранителя.

Если лампа пробника не загорается, сила тока в цепи ниже 4 ампер, но и такого показателя вполне достаточно для быстрого разряда аккумулятора. Для измерения конкретного значения подключите в цепь амперметр, но только еще до того, как отсоедините пробник. Такая последовательность предотвратит включение упомянутого реле (если оно используется в конкретной модели).

При значении силы тока в пределах 0,8–1,5 ампера причина утечки, скорее всего, кроется в залипании контактов реле; при более высоких значениях, приближающихся к 4 амперам, в наличии паразитного тока следует подозревать пробой диода на генераторе.

Локализация причины паразитного тока

Теперь при последовательно подключенном пробнике (сила тока больше 4 ампер) или амперметре (сила тока меньше 4 ампер) следует приступить к поиску самой причины возникновения паразитного тока. Наблюдая за пробником (амперметром), отсоедините провода генератора. Если лампа пробника перестанет гореть или изменятся показания амперметра, то причина кроется в пробое генераторного диода. Если отключение генератора не вызовет никаких изменений, следует начать последовательно извлекать предохранители (сначала из блока предохранителей в моторном отсеке, потом из блока в пассажирском салоне). Потухание пробника (изменение показаний амперметра) при вынимании того или иного предохранителя идентифицирует проблемную цепь. Используя электрическую схему, определите, какие компоненты в эту цепь включены. Вставив предохранитель обратно, начните отключать определенные по схеме компоненты по одному, наблюдая за пробником (амперметром). Если некоторые компоненты, являющиеся причиной возникновения паразитного тока, доступны для простого ремонта (выключатель света лампы багажника, коммутатор замка зажигания и т. п.), то другие — реле, электронные переключатели или полупроводниковые элементы — чаще всего подлежат замене.

ИСТОЧНИКИ

Автору хотелось бы поблагодарить следующие компании за помощь в предоставлении информации, картинок и фотографий, содержащихся в этой книге. Без этой помощи мне было бы трудно получить некоторые графические изображения. Указанные ниже компании предлагают широкий спектр продуктов и услуг как для профессиональных техников, так и для простых автолюбителей. Многие из них предлагают бесплатные каталоги, а также предоставляют информацию о себе на веб-сайтах.

FLUKE

Fluke Corporation

Эта компания является мировым лидером в производстве, дистрибуции и обслуживании электронных измерительных приборов, а также программного обеспечения к ним. Со времени своего основания в 1948 году Fluke Corp. принимала участие в определении и развитии рынка уникальных технологий. Эти технологии обеспечивают диагностику и ремонт, потребность в которых чрезвычайно возросла как в рамках производства, так и в сервисном обслуживании. Любое новое предприятие — будь то офис, больница или завод — является еще одним потенциальным клиентом Fluke. Точность измерения и качество контроля приборов этой компании обеспечивают сохранность бизнеса по всему миру, начиная с промышленного уровня и заканчивая бытовым применением. К наиболее типичным потребителям продуктов и услуг Fluke относятся автомобильные техники, инженеры-разработчики и мастера по обслуживанию компьютерных сетей. Продукция торговой марки Fluke заслуженно пользуется репутацией воплощения компактности, надежности, безопасности, простоты в эксплуатации и соответствия жестким стандартам качества.

Fluke Corporation
P. O. Box 9090
6920 Seaway Blvd.
Everett, WA, 98206-9090
800-44-Fluke
www.fluke.com

Mitchell1
The First Choice of Automotive Professionals

Mitchell 1

Компания Mitchell 1 была основана в 1918 году. Идея ее создания заключалась в простом тезисе о том, что люди нуждаются в информационном обеспечении, касающем-

ся ремонта автомобильной техники. Уже более чем 85 лет Mitchell 1 предоставляет комплексные варианты технических решений, облегчающих работу профессиональных мастеров автомобильного сервиса. Эксплуатационные инструкции, разработанные этой компанией, проложили дорогу TeamWorks — интегрированному семейству программных решений. Признанным эталоном стандарта ремонтной и сервисной информации стала программа Mitchell OnDemand.

Семейство продукта TeamWorks делится на три основных компонента. Первый, OnDemand Repair, включает в себя информацию, касающуюся обслуживания и ремонта легковых автомобилей и легких грузовиков. Спецификации, описания различных операций и процедур компьютерной диагностики, электрические схемы и детализированные иллюстрации — все это помогает техникам проводить работы по ремонту транспортных средств в самые сжатые сроки. Второй, OnDemand Estimator, предоставляет дистрибуторам и сервисным менеджерам информацию по стоимости продуктов и услуг, включая и расценки нормо-часов, что обеспечивает комплексное управление бизнесом и позволяет контролировать документооборот. Эта программа представляет собой информационный инструмент, служащий для прибыльной деятельности автомобильных и сервисных компаний. Третий компонент предоставляет пользователям интегрированный электронный ключ доступа к каталогам запасных частей, включая NAPA, Activant, O'Reilly и WORLDPAС, необходимых при проведении послегарантийного обслуживания. Эти каталоги позволяют автомагазинам заказывать запасные части в электронном виде непосредственно от производителей, экономят время и дают скидки при первом заказе.

www.mitchell1.com
888-724-6742



Summit Racing Equipment

Summit Racing Equipment, несомненно, занимает лидирующее положение среди интернет-поставщиков высококачественных автомобильных запчастей и деталей. Каталог от Summit Racing Equipment — ваш билет к самым низким отраслевым ценам и огромный выбор продукции для стритрейсинга, гоночных автомобилей, спорткаров, вне-

дорожников и многое другое. Тысячи запчастей и деталей, предлагаемых каталогом, — это только начало выбора. Компания обеспечивает доступ к описаниям сотен топ-брендов и осуществляет прием заказов на доставку даже тех частей, которые не указаны в каталоге.

Сделать заказ в Summit Racing Equipment очень легко. Можно позвонить прямо в компанию по телефону 800–230–3030 (круглосуточно без выходных) либо заказать интересующий вас товар на сайте SummitRacing.com. К вашим услугам онлайн-каталог, поиск по номеру, по ключевому слову, по марке и модели автомобиля, по производителю, по семейству двигателей и многим другим параметрам. Здесь же можно найти технические рекомендации, инструкции и схемы, а также раздел вопросов и ответов.

Summit Racing
800–230–3030
www.summitracing.com



CARQUEST Auto Parts

Сеть магазинов CARQUEST Auto Parts предлагает профессиональное сервисное и ремонтное оборудование и инструмент от американских и зарубежных производителей. Товары CARQUEST Auto Parts доступны и для простых автолюбителей, решивших проводить ремонт авто своими руками. Однако вследствие использования передовых технологий при производстве современных автомобилей CARQUEST рекомендует проводить ремонт силами профессионалов.

Расположение магазинов CARQUEST можно узнать на сайте www.CARQUEST.com или по телефону 800–492-PART.

Weller®

Weller

Компания Division of Cooper Hand Tools Weller прошла долгий путь, скромно начав в далеком 1945 году, когда домашнего радиоремонтника Карла Веллера перестал устраивать медленный нагрев громоздких паяльников, главных орудий своего ремесла. Сегодня бренд Weller ассоциируется с самым инновационным дизайном и пользуется

заслуженным уважением на рынке паяльного оборудования и инструментов для пайки, газовых карандашей, инструментов для ремонта компьютерных и печатных плат и многого другого. В настоящее время особой популярностью пользуется мощная универсальная линейка инструментов Weller Silver, использующая технологию пайки без свинца.

3535 Glenwood Avenue
Raleigh, NC27612
(919) 781–7200
www.cooperhandtools.com



SPX/OTC

Компания SPX/OTC является одним из главных производителей и поставщиков инструмента для диагностирования автомобильной электроники, оборудования для технического обслуживания топливных систем, автомобильного инструмента общего и специального назначения, а также приборов проверки гидравлики. Весь спектр инструментов предполагает его использование на профессиональном уровне, является образцом высокого стандарта качества и надежности и имеет пожизненную гарантию.

Отдельная служба компании SPX Service Solutions предоставляет специальный инструмент для автосервисов и дилерских сетей, а также техническую и обучающую информацию для производителей оригинального испытательного оборудования климатических систем.

655 Eisenhower Drive
Owatonna, MN55060
800–533–5338
www.otctools.com

Northwest Regulator

Northwest Regulator Supply, Inc. появилась на рынке автомобильного электрооборудования в 1961 году. Ее сектор деятельности — разработка, изготовление и маркетинг измерительных проводов, кабелей и жгутов (известных под брендом AmFor Electronics), предназначенных для использования как в автомобилях, так и в других электронных устройствах.

800–242–6367
www.nwreg.com

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

12-вольтовые цепи постоянного тока 11–18
Chrysler 112–116
Chrysler 90, 112–116, 128, 131, 132, 133
Ford Motor Company 111, 112, 89,
90, 128, 130, 133, 148
General Motors (GM) 85–87, 110, 111, 128, 130, 32

А
Абсорбированные (AGM) аккумуляторы 64, 65
Автоматический выбор диапазона
измерений 40–42
Аккумуляторная батарея 58–68
Амперметр 45, 46, 78

Б
Батарея
зарядка 62–64
номинальные или максимально
допустимые значения 64
разрядка 61, 62
растворы электролитов 62
химические реакции 60, 61

В
Взаимодействие (переключение) цепей 153–156
Взаимосвязь сопротивления и силы тока 18
Вольтметр 28, 29, 40, 78, 79
Вторичная цепь зажигания 116–118
Входные контакты мультиметра 44, 45

Г
Гелевые аккумуляторы 65
Генератор переменного тока 72–78
Генератор переменного тока Chrysler с
внешним регулятором напряжения 90
Генератор переменного тока Chrysler,
управляемый компьютером 90
Генератор переменного тока
DELCO-REMY CS 87–89
Генератор переменного тока
Delco-Remy CS 87–89
Генератор переменного тока Ford
с внешним регулятором 89
Генератор переменного тока General
Motors Delcotron с внутренним
регулятором напряжения 87
Генератор переменного тока General Motors
с внешним регулятором напряжения 85–87
Генераторы переменного тока Ford-
Motorcraft IAR 89, 90
Генераторы постоянного тока 69–71
Генераторы с механическими
регуляторами 75, 76
Генераторы со встроенными регуляторами 77, 78

Д
Датчики MAF Ford 133
Датчики MAF General Motors 132, 133
Датчики абсолютного давления
(MAP) 127, 128, 130
Датчики атмосферного (BARO) давления 128
Датчики детонации 133, 134
Датчики массового расхода
воздуха (MAF) 131, 133
Датчики положения дроссельной заслонки
TPS (Throttle Position Sensor) 124, 125
Датчики скорости (VSS) 134
Датчики температуры 125, 126
Динамическая проверка цепей 30–32
Динамическая проверка аккумулятора 67
Дисковый переключатель режимов 42–44

З
Заземление 13, 14
Закон Ома 10–25

И
Индикаторы зажигания 52, 53
Индикаторы зарядки 78–81
Индукционная катушка 105, 110
Инструменты 37–57
Источник питания 12, 13

К
Карбюраторы 120
Катушки зажигания 97–99
Кислородные датчики 126, 127, 129
Конденсатор 101, 102

Л
Лампочка индикатора 78–81
Логика 147
Логические пробники 46

М
Медленное проворачивание стартера —
высокий ток потребления 94, 95
Медленное проворачивание стартера —
низкий ток потребления 95
Механические регуляторы напряжения
генераторов переменного тока 76, 77
Модули зажигания 107
Мотор стартера 92
Мультиметры 40

Н
Нагрузка 13
Напряжение 15, 16
Натяжение ремня 81
Норма токового потребления стартера 94
Нормальная рабочая температура
в режиме движения 122

О
Обнаружение проблемных мест 35, 36
Общая проверка генератора 83, 84
Общая проверка катушки зажигания 99–101
Общая проверка модулей зажигания 107, 108
Общий тест на полное возбуждение
генератора 85
Обычные (классические) аккумуляторы 64
Омметр 27, 28
Определение схем и компонентов
поломки цепи 148
Оптические датчики 106, 107
Особенности мультиметров Fluke 42–45
Осциллографы 54, 55, 56
Ответы 142, 144, 146
Отключение системы зажигания 94

П
Падение напряжения на «массе» 32, 33
Падение напряжения на положительном
участке цепи 32
Пайка 55–57
Паразитные токи 156
Параллельные цепи 21–24
Переключатель на эффекте Холла 105, 106
Переключение цепей 153–156
Перемины 153–156
Плохая «масса» 152, 153
Поляризация генератора 91, 92
Портативные тестеры аккумуляторов 67, 68

Последовательно-параллельные цепи 24, 25
Последовательные цепи 20, 21
Постоянного тока цепи 18, 19
Практические примеры работы
с электрическими схемами 141, 142
Прерыватель 101, 102
Проверка генератора 90, 91
Проверка генератора переменного тока 81–84
Проверка генератора постоянного
тока и регулятора 90, 91
Проверка падения напряжения 26–36
Проверка стартера 93
Провода, предохранители, соединения
и плавкие вставки 83
Прогрев и движение 122

Р
Регистраторы короткого замыкания
типа Short Finder 47–49
Регулятор холостого хода (IAC) 134
Регуляторы напряжения генераторов
постоянного тока 71
Регуляторы напряжения: встроенные
и управляемые компьютером 78

С
Система зажигания 96–118
Система зарядки 69–92
Система топливного впрыска 119–135
Соединительные провода и аксессуары 49, 50
Соленоид 92
Сопротивление 16
Состояние аккумулятора 82, 83
Старт двигателя 121, 122
Стартерные системы 92–95

Т
Тест на полное возбуждение генератора 84, 85
Тестеры аккумуляторных батарей
(нагрузочные вилки) 53, 54
Тестеры для проверки катушки 50, 51
Тестеры проверки искры 51, 52
Тестирование аккумуляторов.
Проверка заряда 65–67
Тестирование датчиков 125–134
Тестирование лампами Noid Light 46, 47
Тестирование методом подмены 108–110
Типы батарей 64, 65
Топливные форсунки и их импульс 134, 135
Триггеры 104–106

У
Устранение неполадок
в электросистемах 147–156

Ц
Цепи 20–25
Цепи переменного тока 19

Ч
Чтение электрических схем 137–141

Э
Электрические схемы 136–146
Электронная система топливного
впрыска 120–124
Электронные и компьютерные
системы зажигания 102–104

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Издание для досуга
демалысқа арналған баспа

ПОДАРОЧНЫЕ ИЗДАНИЯ. АВТОМОБИЛИ

Мартин Трейси

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Ответственный редактор *А. Меркурьева*
Выпускающий редактор *Л. Ивахненко*
Художественный редактор *В. Давлетбаева*
Технический редактор *М. Печковская*
Компьютерная верстка *М. Белов*
Корректор *Е. Щукина*

В оформлении обложки использованы иллюстрации:
GuoZhongHua, donatas1205, Ruslan Kudrin / Shutterstock.com
Используется по лицензии от Shutterstock.com

ООО «Издательство «Э»
123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел. 8 (495) 411-68-86.

Өндіруші: «Э» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.
Тел. 8 (495) 411-68-86.

Тауар белгісі: «Э»

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының
өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.
Тел.: 8 (727) 251-59-89/90/91/92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107.

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта Өндіруші «Э»

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Э»

Өндірген мемлекет: Ресей
Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 17.10.2016. Формат 84x108 ¹/₁₆.
Гарнитура «Minion». Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,8.
Тираж экз. Заказ

ISBN 978-5-699-81597-5



В электронном виде книги издательства вы можете
купить на www.litres.ru

ЛитРес:
ОДИН КЛИК ДО КНИГ



Электрика в автомобиле может подвести в любой момент, но с этой книгой вы сами решите возникшую проблему.

Автор объясняет принципы, лежащие в основе автомобильных электросистем простым языком, приводит наглядные схемы и дает обширный комментарий к фотографиям приборов, о которых идет речь.

В ЭТОЙ КНИГЕ ВЫ НАЙДЕТЕ:

- типовые схемы двигателей General Motors, Chrysler и Ford;
- информацию о видах и характеристиках аккумуляторов;
- блиц- и полные тесты проверки генератора, искры, катушек и батарей.

Прочитав теорию, сможете смело перейти к практике. Приборная панель станет вам намного понятнее, а открыв капот, вы сможете самостоятельно провести диагностику, разобраться, какие понадобятся инструменты, и устранить неполадку.

Трейси Мартин — сертифицированный мастер Национального института качества автомобильного сервиса ASE (Automotive Service Excellence), автор шести книг по ремонту и обслуживанию автомобилей и байков. Практикующий журналист в Motorcycle Consumer News, RoadBike, American Iron, Dealer News. Преподавал в транснациональных корпорациях, таких как Nissan и Snap-On.

