

Электрооборудование

При работе с электрооборудованием неизбежно придется сталкиваться с понятиями "напряжение", "сила тока" и "сопротивление".

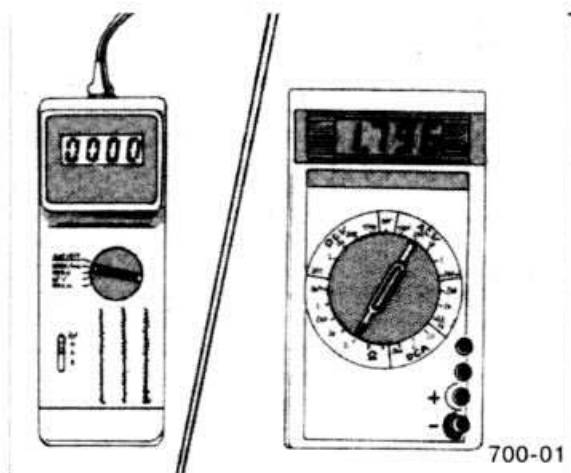
Напряжение измеряется в вольтах (В), сила тока в амперах (А), а сопротивление в омах (Ом). Номинальное напряжение автомобильной аккумуляторной батареи составляет 12 В, однако реально оно зависит от степени заряженности батареи и температуры наружного воздуха и может колебаться от 10 до 13 В. При работе двигателя бортовая сеть питается от генератора, который при средней частоте вращения коленчатого вала вырабатывает напряжение около 14 В.

С понятием "сила тока" в автомобильной электротехнике обычно приходится встречаться относительно редко. Сила тока, например, нанесена на обратной стороне предохранителей и в данном случае представляет из себя максимальный ток, который еще не вызывает перегорания предохранителя.

Все цепи, по которым течет ток, имеют определенное сопротивление. Оно зависит от сечения и материала проводников, количества включенных потребителей тока и т.д. Отклонение сопротивления некоторых цепей от нормального может приводить к нарушению их функционирования. Например, сопротивление проводов высокого напряжения и распределителя зажигания не должно быть слишком высоким, т.к. иначе энергии искры в свечах зажигания будет недостаточно для воспламенения горючей смеси и запуска двигателя.

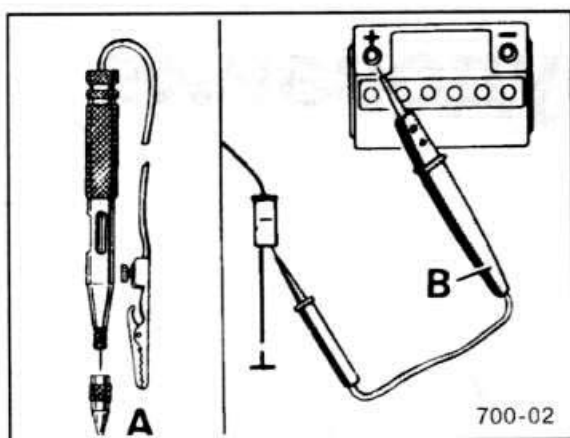
Измерительные приборы

Для электрических измерений выпускаются комбинированные измерительные приборы, так называемые мультиметры. Эти приборы объединяют в себе вольтметр для измерения напряжения, амперметр для измерения силы тока и омметр для измерения сопротивлений. С помощью поворотного или кнопочного переключателя можно выбирать измеряемую величину и предел измерения. В продаже имеются приборы с различными диапазонами и точностью измерений. Диапазон измерения определяет, какое максимальное (или минимальное) напряжение, ток или сопротивление может быть измерено данным прибором. От точности прибора напрямую зависит его сложность и трудоемкость изготовления, что естественным образом отражается на цене. Чем точнее прибор, тем выше его цена.



Для проверки электрооборудования автомобиля прежде всего следует приобрести специальный комбинированный прибор (показан на рисунке слева), который позволяет измерять частоту оборотов двигателя и длительность импульсов высокого напряжения, а также напряжение в диапазоне до 20 В. Такие приборы, как правило, измеряют сопротивление в ограниченном интервале 1 - 1000 кОм, а силу тока — только в области стартерных токов.

Кроме того, для проверки элементов электрических и электронных схем нужно приобрести стандартный мультиметр (показан на рисунке справа). В этих приборах отсутствует возможность измерения частоты вращения и длительности импульсов, однако они имеют широкий диапазон (например, позволяют измерять сопротивления от единиц ом до нескольких мегаом (МОм)). Точность измерения напряжений должна быть не менее трех знаков после запятой, что требуется при проверке электронных схем.



Если требуется проверить только наличие или отсутствие напряжения, без измерения его величины, достаточно использовать контрольную лампу (А). Однако ее применение ограничено только теми цепями, которые не содержат электронных компонентов. Электронные устройства очень чувствительны к превышению тока и при определенных условиях присоединение контрольной лампы может привести к их повреждению. В автомобилях с электронными системами, например, транзисторной системой зажигания или системой впрыска топлива с электронным управлением, необходимо использовать высокоомный пробник (В). Он работает аналогично контрольной лампе, но практически не нагружает проверяемое устройство и тем самым не может вызвать его повреждения.

Техника измерений

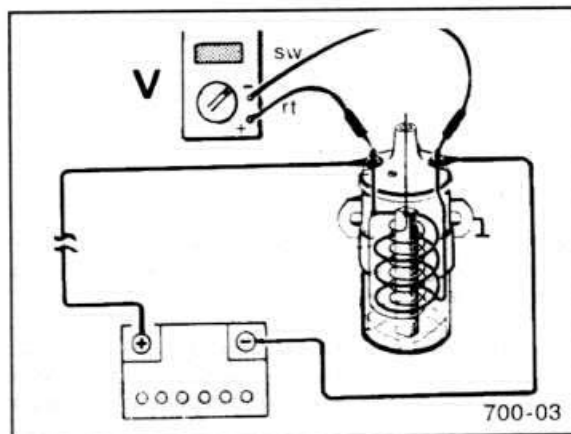
Измерение напряжения

Наличие напряжения можно определить с помощью обычной контрольной лампы или пробника. Однако для измерения его величины потребуются вольтметр. Вольтметр может представлять из себя самостоятельный прибор или входить в состав мультиметра.

Прежде всего нужно выбрать предел измерения, т.к. вольтметры обычно бывают многодиапазонными. Напряжение в бортовой сети автомобиля, как правило, не превышает 14 В. Исключение составляет система зажигания — напряжение в ее вторичной цепи может достигать 30 000 В и для его измерения требуются специальные приборы.

В приборах, специально предназначенных для автомобильных измерений, достаточно установить переключатель режима работы в положение, соответствующее измерению напряжений. В мультиметрах общего назначения нужно сначала выбрать режим работы (измерение постоянных напряжений — DCV), а затем установить нужный предел измерения. Т.к. в автомобилях напряжение обычно не превышает 14 В (исключая систему зажигания), то достаточно выбрать верхний предел измерения немного больше (например, 15 или 20 В). Если измеряемое напряжение окажется значительно меньше (например, в районе 2 В), можно переключить прибор на более низкий предел, чтобы на индикаторе

отображалось больше значащих цифр и соответственно повысилась точность. Однако если напряжение на входе выйдет за верхнюю границу выбранного поддиапазона, прибор может быть поврежден.



Прибор подключается к проверяемому устройству параллельно, с соблюдением полярности. Красный провод прибора должен быть присоединен к контакту, на который подается напряжение от положительного вывода аккумуляторной батареи, а черный провод — к контакту массы или непосредственно к массе, например, к блоку цилиндров.



Пример измерения: если двигатель не запускается из-за медленного вращения стартера, нужно проверить напряжение аккумуляторной батареи во время работы стартера. Для этого присоедините красный провод (+) к положительному выводу батареи, а черный провод (-) — к массе автомобиля. Затем попросите помощника включить стартер и наблюдайте за показаниями прибора. Если напряжение упало ниже 7 В, батарею необходимо проверить и, возможно, зарядить.

Измерение силы тока

Измерять силу тока на автомобиле обычно приходится редко. Для этого требуется амперметр, который входит в состав мультиметра.

Так же, как и для вольтметра, прежде всего необходимо выбрать нужный режим работы мультиметра и установить предел измерения. Если неизвестно, какой ток протекает в цепи, установите самый высокий предел. Если ток окажется намного меньше, последовательно переключайте прибор на более низкие пределы.



Для измерения силы тока прибор должен быть включен в цепь последовательно. Один из способов последовательного включения показан на рисунке. Отсоедините разъем от устройства, в цепи которого должен быть измерен ток. Подключите красный провод (+) амперметра к контакту разъема, связанному с положительным выводом аккумуляторной батареи, а черный провод (-) — к соответствующему контакту ответной части разъема. Соедините контакты массы обеих частей разъема вспомогательным проводом.



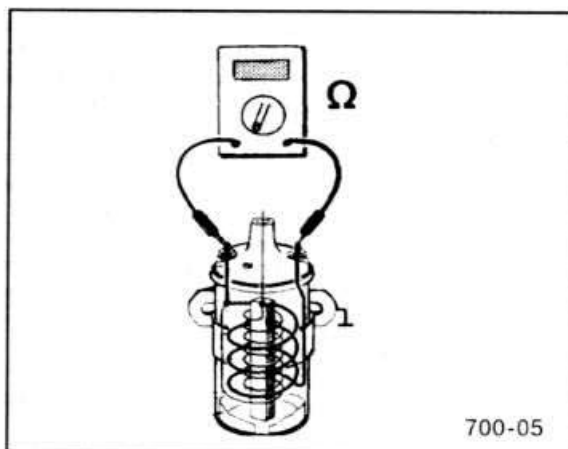
Пример измерения: см. раздел "Поиск утечек тока" на стр. 220.



Внимание: ни в коем случае не пытайтесь измерить обычным амперметром ток в цепи стартера (около 150 А) или в цепи свечей накала дизельного двигателя (до 60 А). Прохождение через амперметр тока, превышающего верхний предел измерения, может вывести его из строя. Для измерения сильных токов применяется амперметр со специальным зажимом, который надевается поверх изоляции провода с током. Сила тока измеряется индуктивным методом.

Измерение сопротивлений

Перед измерением сопротивления необходимо убедиться в том, что на контактах, к которым будет присоединен омметр, отсутствует напряжение. Для снятия напряжения можно отсоединить разъем питания, выключить зажигание, снять проверяемый узел или отсоединить провода от аккумуляторной батареи. Если это требование не будет выполнено, измерительный прибор может быть поврежден.



Омметр присоединяется к двум выводам элемента, между которыми нужно измерить сопротивление, или к двум концам электрического провода. Полярность при этом не имеет значения.

Измерение сопротивлений на автомобиле требуется в следующих случаях.

1. Проверка постоянного или переменного резистора, включенного в электрическую цепь. Пример: проверка сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости (относящегося к системе впрыска). Отсоедините от датчика разъем и подключите омметр между выводом датчика и массой (блоком цилиндров). Установите на омметре поддиапазон, в котором должно лежать измеряемое значение, и сравните показания омметра с величиной, приведенной в соответствующей таблице.

2. Проверка проводимости электрического провода, выключателя или нагревательного элемента. Эта проверка позволяет определить такую часто встречающуюся причину отказа приборов электрооборудования, как обрыв. Присоедините омметр к обоим концам проверяемого электрического провода. Если сопротивление близко к нулю, провод в порядке. При наличии обрыва омметр покажет бесконечно большое сопротивление.

Установка дополнительного электрооборудования

При сверлении новых или расширении существующих отверстий в кузове, их края должны быть тщательно отшлифованы, огрунтованы и покрашены. Необходимо полностью удалить из кузова металлическую стружку, оставшуюся после сверления.

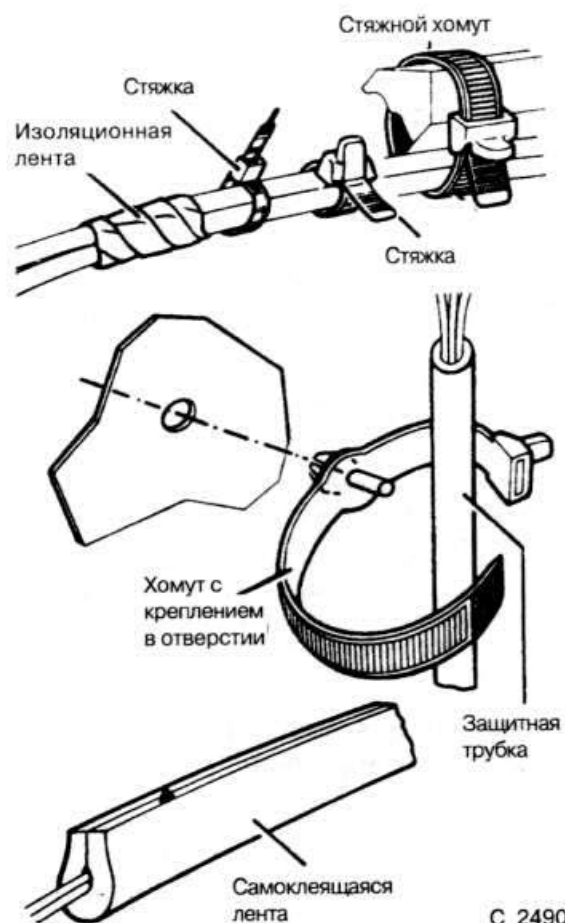
При любых монтажных работах, затрагивающих электрооборудование, существует опасность короткого замыкания. Чтобы избежать этого, необходимо отсоединить провод массы от аккумуляторной батареи и отвести его в сторону.

Провода дополнительного оборудования следует по возможности прокладывать вместе с уже имеющимися жгутами проводов, используя для крепления те же стяжки и резиновые втулки.

Чтобы вновь прокладываемые провода не издавали шум при движении и не перетирались, их можно при необходимости закрепить изолянтной, герметиком, стяжками или каким-либо другим способом. При этом необходимо проследить, чтобы тормозные шланги и провода отстояли друг от друга не менее чем на 10 мм, а расстояние от шлангов и проводов до движущихся частей было не менее 25 мм.

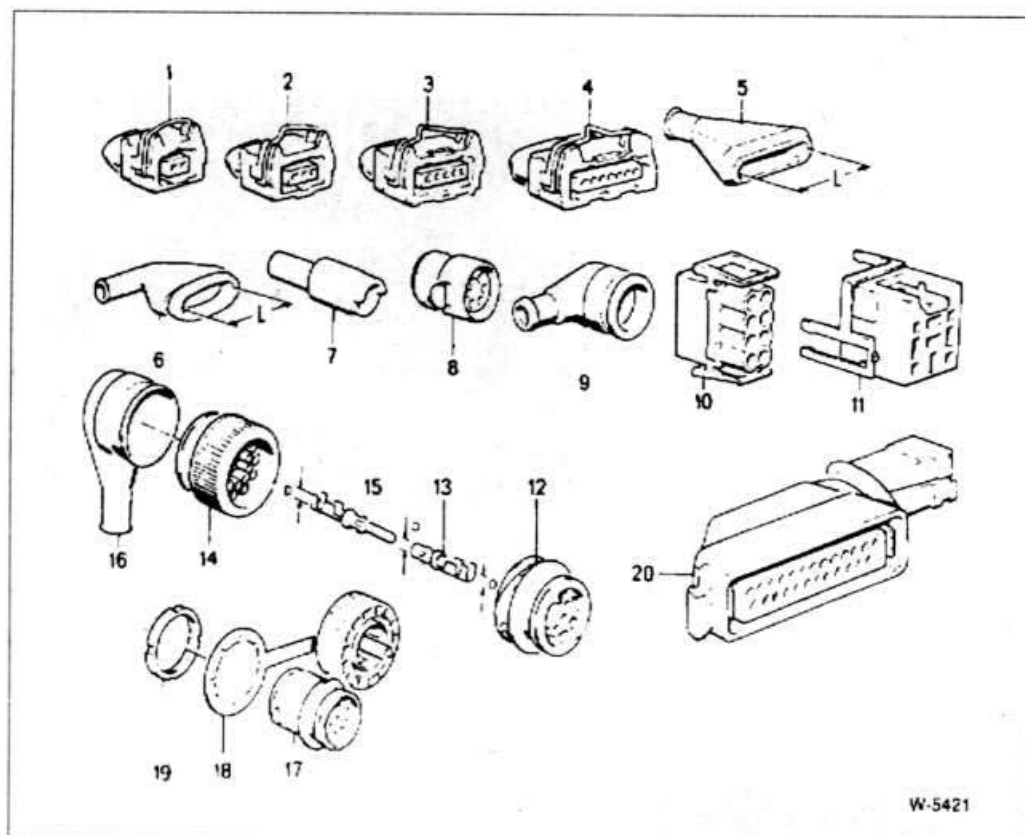
При установке дополнительного электрооборудования в любом случае необходимо проверить, не возникает ли перегрузка генератора и при необходимости заменить генератор на более мощный.

Для крепления проводов дополнительного оборудования используются следующие элементы:



С 2490

Управляющая электроника и электрические разъемы



W-5421



Внимание: при отсоединении аккумуляторной батареи стирается содержимое памяти накопителей неисправностей в блоках управления (см. раздел "Снятие и установка аккумуляторной батареи").

Управляющая электроника

- Два электронных блока расположены в правой и левой частях моторного отсека между опорами амортизационных стоек и перегородкой моторного отсека.
- Один электронный модуль находится под подушкой заднего сиденья слева.
- Электроника кузова (внутреннее освещение, управление центральной блокировкой замков, автоматика очистителей и омывателей стекол, управление опускаемыми стеклами и люком крыши, диагностика и т.д.) имеет модульное исполнение.

Электрические разъемы

На автомобилях BMW 5-й серии применены разъемы новой конструкции с круглыми контактами диаметром 2,5 мм, гарантирующие максимальную надежность соединений. Разъемы снабжены простыми в обращении поворотными или сдвижными фиксаторами и являются частично водозащищенными.

- Для отсоединения разъемов типа (1 - 4) необходимо нажать вниз на металлическую скобу (см. рис. W-5421). При обратном присоединении скоба должна быть защелкнута.
- На некоторые разъемы надеваются резиновые защитные колпачки (5, 6).
- В салоне кузова в основном применяются разъемы типа (10). Для их отсоединения необходимо сжать два фиксатора по бокам.
- Круглые разъемы (12 - 19) применяются, например, для лямбда-зонда или в передних бамперах. Для отсоединения такого разъема необходимо отвернуть гайку с накаткой (14).

Снятие и установка аккумуляторной батареи

В зависимости от модели аккумуляторная батарея устанавливается либо в правой задней части моторного отсека, либо под задним сиденьем.

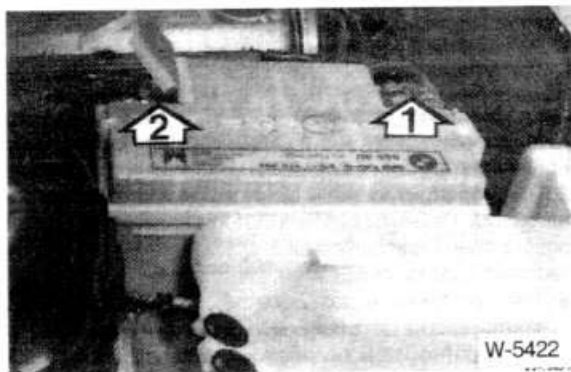


Внимание: при отсоединении батареи стирается содержимое памяти накопителей неисправностей в блоках управления двигателем, коробкой передач и антиблокировочной системой, а также данные в памяти других устройств, постоянно подключенных к бортовой сети (например, радиоприемника и часов). Для считывания кодов неисправностей из памяти перед отсоединением батареи обратитесь на станцию техобслуживания. После присоединения батареи запрограммируйте заново соответствующие устройства.

В некоторые серийно выпускаемые модели устанавливаются радиоприемники (магнитолы) с охраняемым кодированием. Кодирование препятствует использованию радиоприемника после отключения питания. Питание отключается при отсоединении аккумуляторной батареи, снятии приемника (в том числе в случае кражи) или при перегорании предохранителя. Перед отсоединением батареи узнайте код, занесенный в приемник. Если код неизвестен, для включения приемника необходимо обратиться на станцию техобслуживания BMW.

Снятие батареи, установленной в моторном отсеке

- Выключите зажигание и откройте капот.



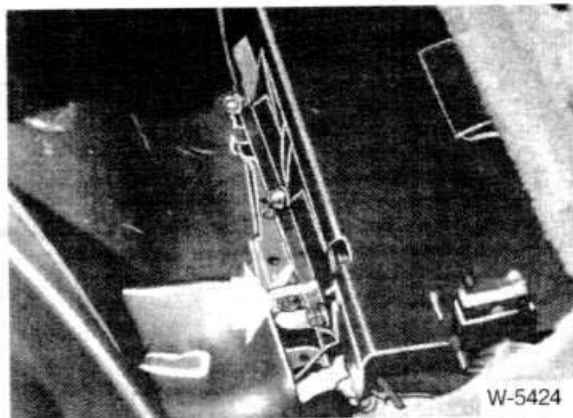
- Отсоедините провода от батареи. В первую очередь отсоединяется провод массы (1), затем положительный провод (2). Перед отсоединением откиньте вверх защитную крышку.



- Отверните прижим в нижней части батареи.
- Выньте батарею из моторного отсека.

Снятие батареи, установленной под задним сиденьем

- Откиньте подушку заднего сиденья вверх (см. стр. 200).



- Отверните винт (1) и снимите прижим вместе с кожухом батареи.
- Отсоедините сначала провод массы (-), затем положительный провод (+).
- Отсоедините сбоку вентиляционные шланги и выньте батарею.

Установка

- Вставьте батарею в гнездо.
- Присоедините сначала положительный провод к выводу (+) батареи, затем провод массы к отрицательному выводу. Наденьте на положительный вывод защитную крышку. Внимание: при неправильном присоединении батареи возможно серьезное повреждение генератора и приборов электрооборудования.
- Установите и закрепите прижим батареи.
- При установке батареи под задним сиденьем: присоедините вентиляционные шланги. Опустите подушку сиденья.

Необслуживаемые батареи

На автомобилях BMW 5-й серии устанавливаются необслуживаемые батареи, не требующие регулярной доливки дистиллированной воды в рамках технического обслуживания. При эксплуатации таких батарей следует принимать во внимание следующие указания.

- В крышке батареи имеются вентиляционные отверстия, поэтому во избежание выплескивания электролита не наклоняйте батарею более, чем на 45°.
- Для заряда батареи могут применяться обычные зарядные устройства. Допускается применение устройств для ускоренного заряда. Зарядный ток должен лежать в пределах 3 - 30 А; зарядное напряжение — 14 - 14,5 В.
- При заряде батареи от внешнего устройства отсоединяйте ее от бортовой сети.
- При понижении уровня электролита, например, вследствие длительной эксплуатации в жарком климате, доливайте в батарею дистиллированную воду (см. стр. 279).

- Если автомобиль не эксплуатируется более 6 недель, батарею следует снять и хранить в заряженном состоянии. Оптимальная температура хранения батареи лежит в интервале 0° - 27°C . При этих температурах обеспечивается наименьший саморазряд батареи. Не реже, чем раз в три месяца, батарею следует подзаряжать, иначе вследствие саморазряда возможно необратимое ухудшение ее характеристик.
- Регулярно очищайте выводы батареи, после чего покрывайте их специальной смазкой Bosch для полюсов аккумуляторных батарей.
- Применение стартовых устройств для запуска двигателя при разряженной батарее допускается только в крайнем случае, т.к. при этом через батарею в течение короткого времени протекает очень сильный зарядный ток.



Внимание: включайте стартовое устройство только во время работы стартера.

Заряд батареи

Пункты, отмеченные ■, не касаются необслуживаемых батарей, которые устанавливаются на серийно выпускаемых автомобилях BMW. Строго соблюдайте указания по работе с батареями такого типа.

- Никогда не закорачивайте батарею, т.е. не соединяйте между собой положительный и отрицательный выводы. При коротком замыкании выделяется большое количество тепла и батарея может треснуть. Не подносите к батарее открытый огонь. Электролит батареи содержит кислоту, которая обладает сильным разъедающим действием. Не допускайте попадания электролита в глаза, на кожу и одежду. Если это все же произошло, немедленно промойте пораженный участок большим количеством воды.
- Перед зарядом батареи отсоедините ее от бортовой сети, при этом сначала отсоединяется провод массы.



Внимание: в автомобилях с батареей, установленной под задним сиденьем, в моторном отсеке имеется специальный разъем, соединенный с положительным выводом батареи (над усилителем тормозного привода). При заряде через этот разъем отсоединять батарею не требуется.

- Перед зарядом проверьте уровень электролита и при необходимости долейте дистиллированную воду.
- Замерзшую батарею перед зарядом необходимо отогреть. Электролит полностью заряженной батареи замерзает при температуре около -65°C , наполовину разряженной — при -30°C , полностью разряженной — при -12°C .

- Выверните из батареи пробки и свободно положите их на отверстие. Это предотвратит попадание брызг электролита на краску и в то же время обеспечит беспрепятственный выход газов, выделяющихся в процессе заряда.
- Заряжайте батарею только в хорошо вентилируемом помещении. При заряде батареи, установленной на автомобиле, откройте капот.
- Нормальный зарядный ток должен быть численно равен 10% емкости батареи (т.е. для батареи емкостью 50 Ач величина тока равна 5 А). При этом для полного заряда может потребоваться до 10 часов.
- Соедините положительный вывод батареи с положительным выводом зарядного устройства, отрицательный вывод батареи — с отрицательным выводом зарядного устройства.
- Температура электролита во время заряда не должна превышать $+55^{\circ}\text{C}$, при необходимости прервите заряд или уменьшите силу тока.
- Заряд должен проводиться до тех пор, пока во всех ячейках батареи не начнется активное выделение газа и в течение трех последних часов плотность электролита и напряжение батареи не перестанут изменяться.
- После окончания заряда проверьте уровень электролита и при необходимости долейте дистиллированную воду.
- Проверьте плотность электролита в каждой ячейке. Если в какой-либо из ячеек плотность сильно отличается (например, в пяти ячейках 1,26 г/мл, а в одной 1,18 г/мл), батарея имеет внутренний дефект и должна быть заменена.
- Оставьте батарею на 20 минут для окончания выделения газов, затем заверните пробки.



Внимание: не запускайте двигатель при отсоединенной батарее во избежание повреждения электрооборудования.

Проверка батареи

Проверить батарею можно двумя различными способами. Для этого потребуются соответственно два различных прибора.

Проверка батареи под нагрузкой

- Присоедините к выводам батареи вольтметр.
- Запустите двигатель и считайте показания вольтметра.
- Во время работы стартера напряжение полностью заряженной батареи не должно падать ниже 10 В (при температуре электролита около $+20^{\circ}\text{C}$).
- Если при включении стартера напряжение мгновенно падает и при этом плотность электролита в ячейках сильно различается, батарея имеет внутренний дефект.
- Напряжение батареи можно также измерить с помощью специального тестера. Следуйте прилагаемым к тестеру инструкциям.

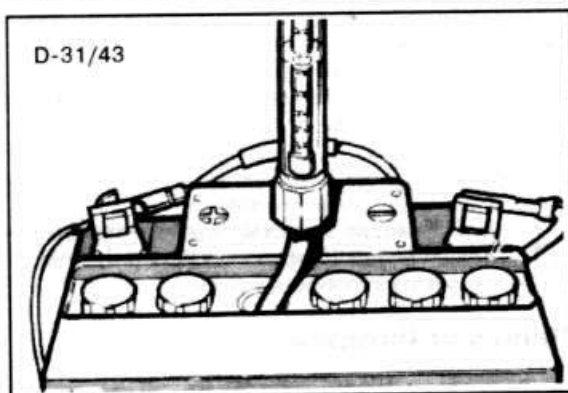
Контрольные значения			
Емкость, Ач	Ток нагрузки, А	Минимальное на- пряжение после 15 сек разряда, В при °С	
		при -10°С	при +21°С и выше
55	190	8,8	9,6
75	210		
85	230		



Внимание: для необслуживаемых батарей следует предварительно провести кратковременный разряд током 300 А в течение 15 сек для снятия поверхностного заряда. Перед вторым измерением необходимо выждать 15 сек для восстановления батареи.

Если после 15 секунд разряда напряжение падает ниже величины, указанной в таблице, батарея либо разряжена, либо неисправна.

Проверка плотности электролита



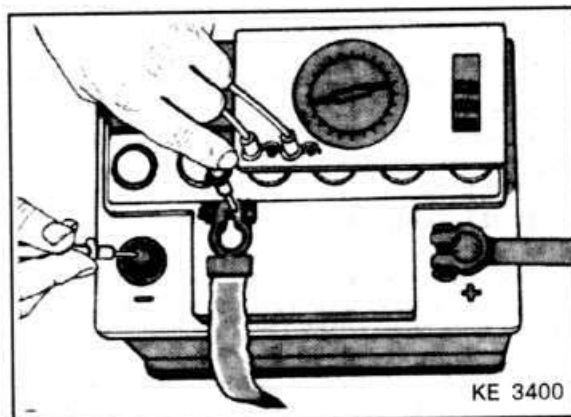
- Плотность электролита в батарее связана со степенью ее разряда. Для измерения плотности требуется денсиметр, который можно приобрести по доступной цене в магазине автопринадлежностей. Чем больше плотность набранного в трубку электролита, тем выше будет всплывать поплавков. По шкале на поплавке можно определить плотность либо в г/мл, либо в градусах Боме (+°Be). Плотность должна иметь следующие значения:

Состояние батареи	Умеренный климат		Тропичес- кий климат	
	+°Be	г/мл	+°Be	г/мл
Разряжена	16	1,12	11	1,08
Заряжена на 50%	24	1,20	18	1,16
Полностью заряжена	32	1,28	27	1,23

Поиск утечек тока

В зависимости от состава оборудования автомобиля, к току саморазряда батареи прибавляется ток, потребляемый постоянно включенными устройствами в ждущем режиме. По этой причине батарею необходимо подзаряжать, если автомобиль не эксплуатируется более 6 недель. При подозрении на утечку тока (ускоренный разряд батареи) проверьте бортовую сеть следующим образом.

- Перед проверкой полностью зарядите батарею.



- Установите амперметр (с диапазоном измерения от 0 - 5 мА до 5 А) на самый большой предел измерения. Отсоедините от батареи провод массы. Включите амперметр между отрицательным выводом батареи и проводом массы. Положительный вывод амперметра должен быть присоединен к проводу массы, а отрицательный — к выводу батареи.



Внимание: проверку можно также выполнить с помощью контрольной лампы. Однако если лампа при включении между массой и отрицательным выводом батареи не загорится, потребуются амперметр.

- Включите всю электрическую нагрузку, отсоедините часы и другие постоянно включенные устройства, закройте двери.
- Последовательно переключайте амперметр на низшие пределы измерения до получения точного отсчета. Измеренное значение тока не должно превышать 1 - 3 мА.
- Вынимая предохранители, разрывайте различные цепи. Если при снятии очередного предохранителя показания амперметра станут нулевыми, в данной цепи присутствует утечка тока. Возможными причинами утечки могут быть: коррозия и загрязнение контактов, повреждение изоляции проводов, внутренние замыкания в электрических устройствах.
- Если в защищенных предохранителями цепях неисправностей не обнаружено, отсоединяйте провода от незащищенных устройств: генератора, стартера и системы зажигания.
- Если при отсоединении одного из вышеперечисленных устройств показания амперметра станут нулевыми, это устройство подлежит ремонту или замене. При подозрении на утечку в стартере или системе зажигания, необходимо также проверить по схеме электрооборудования выключатель зажигания.
- Присоедините к аккумуляторной батарее провод массы.

Определение неисправностей аккумуляторной батареи

Неисправность	Причина	Способ устранения
Низкий уровень электролита	Перезаряд, испарение воды (особенно летом)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Долейте дистиллированную воду до отметки (доливайте воду только при заряженной батарее)
Электролит выплескивается через пробки	Слишком высокое зарядное напряжение Слишком высокий уровень электролита	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте и при необходимости замените регулятор напряжения ■ Отсосите часть электролита*
Слишком низкая плотность электролита	Плотность электролита в одной из ячеек меньше, чем в остальных Понижена плотность электролита в двух соседних ячейках Батарея сильно разряжена Неисправен генератор Короткое замыкание в проводке Электролит сильно разбавлен водой	<ul style="list-style-type: none"> ■ Короткое замыкание в ячейке. Замените батарею ■ Негерметичность перегородки, ячейки разряжены из-за утечки тока. Замените батарею ■ Зарядите батарею ■ Проверьте, при необходимости отремонтируйте или замените генератор ■ Проверьте электрооборудование ■ Скорректируйте плотность электролита
Слишком высокая плотность электролита	Доливалась кислота	<ul style="list-style-type: none"> ■ Скорректируйте плотность электролита* ■ Зарядите батарею
Сильное падение напряжения при подключении нагрузки	Батарея разряжена Понижено зарядное напряжение Окисление выводов или ослабление крепления проводов Плохой контакт с массой Слишком большой саморазряд батареи из-за загрязнения электролита Сульфатация батареи (серо-белый налет на положительных и отрицательных пластинах) Батарея выработала ресурс, активная масса осыпается с пластин	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте и при необходимости замените регулятор напряжения ■ Очистите соединительные клеммы и нанесите на них тонкий слой кислотостойкой защитной смазки. Затяните крепежные болты ■ Проверьте все соединения с массой, подтяните крепежные болты ■ Замените батарею ■ Зарядите батарею небольшим током, при этом налет будет постепенно исчезать. Если после нескольких циклов заряд-разряд мощность батареи остается недостаточной, замените батарею ■ Замените батарею
Недостаточный заряд батареи	Неисправен генератор, регулятор напряжения или соединения проводов Ослабление натяжения клинового ремня Слишком большая нагрузка	<ul style="list-style-type: none"> ■ Проверьте генератор и регулятор напряжения, при необходимости отремонтируйте или замените; закрепите надлежащим образом провода ■ Натяните или замените ремень ■ Установите батарею большей емкости; возможно, требуется также замена генератора на более мощный
Перезаряд батареи	Неисправен регулятор напряжения или генератор	<ul style="list-style-type: none"> ■ Замените регулятор напряжения, проверьте генератор

*Отмеченные звездочкой указания не касаются необслуживаемых батарей

Замена предохранителей

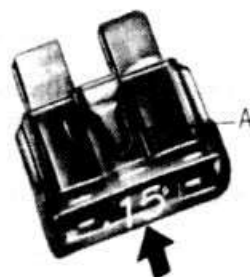
Для защиты от короткого замыкания и перегрузки некоторые цепи защищены плавкими предохранителями.



W-5426

Предохранители расположены в монтажном блоке, установленном в левой задней части моторного отсека.

- Перед заменой предохранителя прежде всего выключите устройство, цепь которого защищается данным предохранителем.
- Снимите крышку монтажного блока предохранителей, нажав на фиксатор.
- Перегоревший предохранитель можно определить по расплавленной металлической полоске.
- Выньте предохранитель из блока, используя прилагаемый пластмассовый пинцет (указан стрелкой).
- **Установите новый предохранитель, рассчитанный на точно такой же ток.**
- Если новый предохранитель перегорает спустя короткое время, необходимо проверить соответствующую цепь.
- Ни в коем случае не устанавливайте вместо предохранителя кусок проволоки или подобный заменитель. Это может привести к повреждению электрооборудования.
- Рекомендуется постоянно иметь в автомобиле несколько запасных предохранителей. Для их хранения в монтажном блоке предусмотрены свободные места.



A 8324

- Ток, на который рассчитан предохранитель, указан на обратной стороне его корпуса. Кроме того, корпуса предохранителей имеют цветовую маркировку, по которой также можно определить ток. А = плавкий элемент предохранителя.

Ток предохранителя, А	Цветовая маркировка
7,5	бесцветный
10	красный
15	синий
20	желтый
30	зеленый

- Установите крышку блока предохранителей на фиксирующие выступы и защелкните.

Предохранители и реле

Монтажный блок предохранителей и реле расположен с левой стороны моторного отсека. Некоторые реле находятся слева под задним сиденьем. Состав предохранителей зависит от установленного оборудования и года выпуска автомобиля. Расположение предохранителей для конкретного автомобиля указано на обратной стороне крышки монтажного блока.

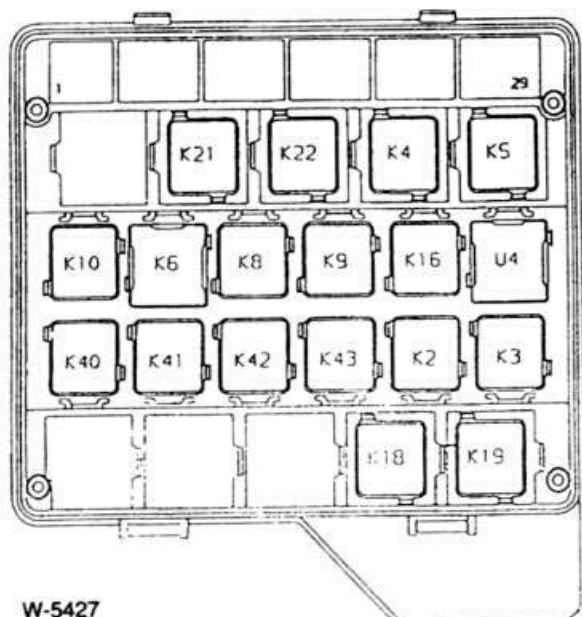
Предохранители, установленные в моделях 520i, 524td ("low-version")

N	Ток, А	Защищаемая цепь
1	15	Выключатель стоп-сигналов, схема контроля тормозной системы, блок управления системы Tempomat, выключатель Tempomat
2	7,5	Модуль освещения (реле включения ближнего и дальнего света фар)
3	7,5	Модуль освещения (реле включения противотуманных фар, реле включения задних противотуманных огней, выключатель указателей поворота, выключатель сигнализации дальним светом фар)
4	7,5	Модуль освещения (стояночный и габаритный огонь слева)
5	10	Модуль освещения (стояночный и габаритный огонь справа, фары освещения номерного знака), подсветка прикуривателя, радиоприемник, освещение моторного отсека, выключатель аварийной сигнализации
6	7,5	Аварийная сигнализация
7	15	Противотуманные фары
8	7,5	Правый и левый противотуманные огни
9	15	Звуковые сигналы, блок управления компрессором кондиционера, дополнительный водяной насос системы кондиционирования
10	7,5	Левая фара ближнего света
11	7,5	Правая фара ближнего света
12	15	Обогреватель форсунок омывателя, выключатель фонарей заднего хода, регулировка зеркал (переключатель)
13	7,5	Левая фара дальнего света
14	7,5	Правая фара дальнего света
15	7,5	Реле включения стеклоочистителя, модуль освещения RA 15
16	30	Обогреватель переднего сиденья, привод поясничного упора
17	7,5	Комбинация приборов (контрольная лампа разряда батареи, контрольные лампы, основной модуль), бортовой компьютер, указатель передач
18	15	Инфракрасный модуль, привод регулировки сидений, выбрасыватель ремней, центральная блокировка замков, радиоприемник, радиотелефон
19	30	Вентилятор отопителя
20	7,5	Комбинация приборов, бортовой компьютер, цифровые часы, таймер
21	30	Освещение салона, багажника, вещевого ящика; разъем заряда батареи
22	30	Электродвигатель очистителя ветрового стекла (режимы 1 и 2), регулятор прижима щеток (только для моделей с системой очистки высокого давления)
23	7,5	Топливный насос
24	15	Насос омывателя, блок управления очистителем/омывателем, реле включения электродвигателя стеклоочистителя
25	30	Дополнительный вентилятор (скорости 1 и 2)
26	30	Прикуриватель
27	30	Электромагнитный клапан отопителя, аудиосистема Hi-Fi с усилителем мощности
28	15	Система Servotronic
29	7,5	Реле включения обогревателя заднего стекла, блок управления компрессором кондиционера, реле дополнительного вентилятора, блок управления системы ABS

Предохранители, установленные в моделях 525i - M5 ("high-version")

N	Ток, А	Защищаемая цепь
1	15	Выключатель стоп-сигналов, схема контроля тормозной системы, ABS, тахометр, модуль освещения, Tempomat
2	7,5	Переключатель наружного освещения (контакт 56), модуль дальнего света фар
3	7,5	Выключатель противотуманных фар, модуль освещения (реле включения противотуманных фар), переключатель указателей поворота, выключатель сигнализации дальним светом фар
4	7,5	Модуль освещения (стояночный и габаритный огонь слева)
5	10	Модуль освещения (стояночный и габаритный огонь справа, фары освещения номерного знака), затенение внутреннего зеркала заднего вида, подсветка прикуривателя, коробки для кассет, зеркала, выключателя обогревателя сиденья и переключателя привода поясничного упора
6	7,5	Указатели поворота и аварийная сигнализация
7	15	Противотуманные фары
8	7,5	Правый и левый противотуманные огни
9	15	Реле включения звуковых сигналов, блок управления компрессором кондиционера, дополнительный водяной насос системы кондиционирования
10	7,5	Левая фара ближнего света
11	7,5	Правая фара ближнего света
12	15	Подогреватель форсунок омывателя, выключатель фонарей заднего хода, регулировка наружных зеркал заднего вида (переключатель)
13	7,5	Левая фара дальнего света
14	7,5	Правая фара дальнего света
15	7,5	Реле включения стеклоочистителя, бортовой компьютер, стояночный обогрев
16	30	Обогреватель переднего сиденья, привод поясничного упора
17	7,5	Комбинация приборов (контрольная лампа разряда батареи, контрольные лампы, основной модуль), бортовой компьютер, указатель передач
18	15	Радиоприемник (антенный усилитель), инфракрасный модуль, привод регулировки сидений, радиотелефон
19	30	Вентилятор отопителя
20	7,5	Комбинация приборов, бортовой компьютер, таймер, стояночный обогрев, обогреватель
21	30	Освещение салона, багажника, вещевого ящика; разъем заряда батареи
22	30	Регулятор прижима щеток очистителя ветрового стекла, система очистки ветрового стекла
23	7,5	Топливный насос
24	15	Система регулирования температуры в салоне
25	30	Дополнительный вентилятор (скорости 1 и 2)
26	30	Прикуриватель
27	30	Электромагнитный клапан отопителя, аудиосистема Hi-Fi с усилителем мощности
28	15	Система Servotronic
29	7,5	Блок управления компрессором кондиционера, реле включения дополнительного вентилятора, блок управления системы ABS

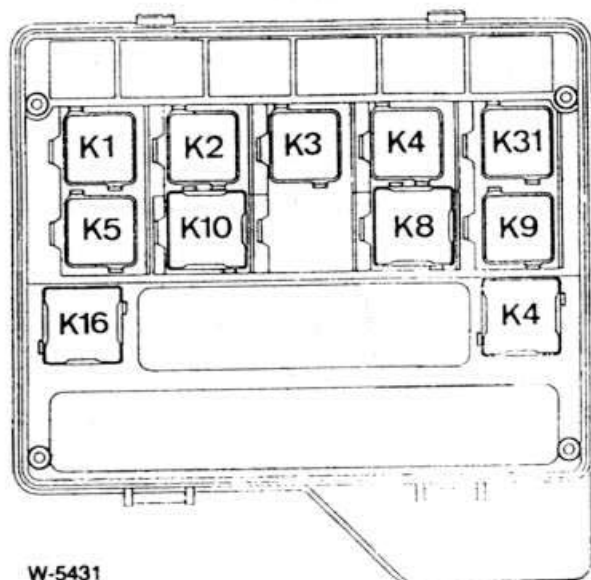
Реле в монтажном блоке "low-version"



W-5427

N реле	Назначение
K2	Звуковой сигнал
K3	Снятие напряжения с контакта R
K4	Вентилятор отопителя/стояночный обогрев
K5	Интенсивная очистка/насос омывателя
K6	Модуль SRA
K8	Дополнительный водяной насос
K9	Снятие напряжения с контакта 15
K10	Защита от перегрузки системы ABS/ASC
K16	Прерыватель аварийной сигнализации 30/30
K18	Развязка кондиционер - Motronic
K19	Компрессор кондиционера
K21	Включение 1 скорости дополнительного вентилятора
K22	Включение 2 скорости дополнительного вентилятора
K40	Включение ближнего света фар
K41	Включение дальнего света фар
K42	Включение противотуманных фар
K43	Включение противотуманных огней
U4	Датчик противоугонной сигнализации 30/30

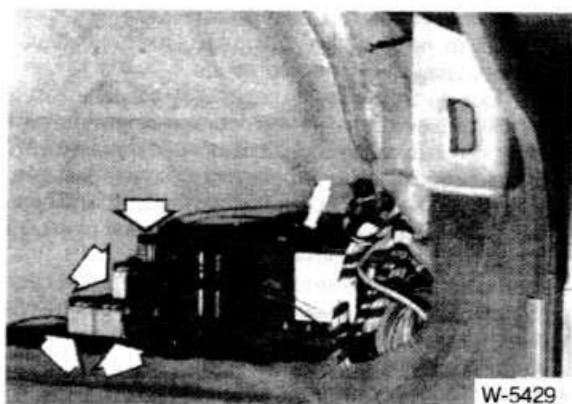
Реле в монтажном блоке "high-version"



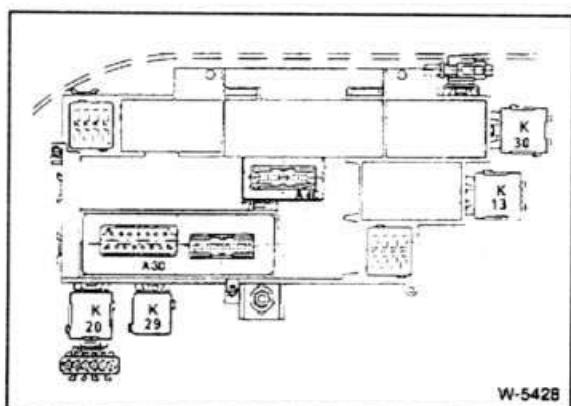
W-5431

N реле	Назначение
A3	Модуль контроля ламп ZB
A4	Модуль контроля ZB
K1	Отсутствует при ручной коробке передач (контакты 30 и 87 замкнуты)
K1	Блокировка стартера (при автоматической коробке передач)
K2	Звуковые сигналы
K3	Снятие напряжения с контакта R
K4	Вентилятор отопителя/стояночный обогрев
K5	Интенсивная очистка/насос омывателя
K8	Дополнительный водяной насос
K9	Снятие напряжения с контакта 15
K10	Защита от перегрузки системы ABS/ASC
K16	Прерыватель аварийной сигнализации
K31	Включение прикуривателя (или замкнуты контакты 30 и 87)
U4	Датчик противоугонной сигнализации

Предохранители и реле под задним сиденьем



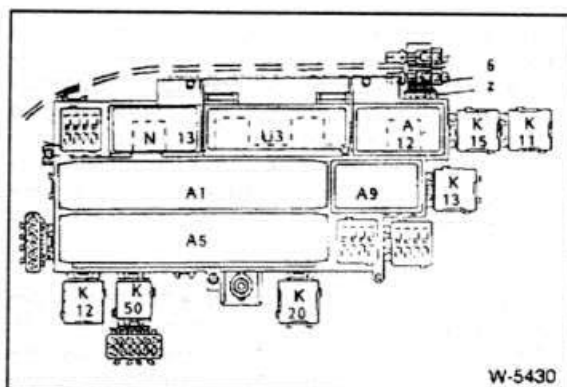
“Low-version”



- K30 - реле включения внутреннего освещения
 K29 - реле TSH
 K13 - реле NNS
 A40 - блок управления очистителями и омывателями
 A30 - блок управления центральной блокировкой замков

N	Ток, А	Защищаемая цепь
30	7,5	Модуль центральной блокировки замков, затемняемое внутреннее зеркало заднего вида
31	7,5	противоугонная система (контакт 30), LED, крышка багажника
32	30	Модуль выбрасывателя ремней
41	30	Усилитель радиоприемника
42	30	Регулятор сиденья водителя
43	30	Регулятор сиденья переднего пассажира
44	30	Стеклоочиститель (модуль реле), насос омывателя (основной модуль)
46	30	Обогреватель заднего стекла
47	30	Защитное реле основного модуля

“High-version”



- K50 - реле противоугонной системы (DWA)
 K15 - реле защиты от перегрузки GM
 K13 - реле NNS K12 - регулятор прижима щеток
 K11 - реле включения очистителя
 U3 - реле ультразвукового парковочного устройства
 N13 - инфракрасный модуль
 A13 - реле устройства управления задними подголовниками
 A9 - реле устройства управления выбрасыванием ремней
 A5 - модуль реле
 A1 - основной модуль

N	Ток, А	Защищаемая цепь
30	7,5	Модуль центральной блокировки замков (ZVM), ZV-опрос двери водителя
31	7,5	ZV-опрос двери переднего пассажира и крышки багажника
34	30	Защитное реле центральной блокировки замков, реле включения внутреннего освещения
35	30	Обогреватель заднего стекла
36	15	Усилитель радиоприемника
41	30	Радиоприемник
42	30	Сиденье водителя (обогрев и регулировка)
43	30	Сиденье переднего пассажира (обогрев и регулировка)
44	30	Стеклоочиститель (модуль реле), насос омывателя (основной модуль)
45	30	Спецоборудование — кондиционер для задней части салона
46	30	Обогреватель заднего стекла
47	30	Центральная блокировка замков (через защитное реле и основной модуль)

Проверка реле

Самый простой способ проверки реле — замена его на заведомо исправное. Таким образом обычно проверяют реле на станциях техобслуживания. Однако в домашних условиях не всегда можно быстро достать нужные реле, поэтому рекомендуется следующий способ проверки так называемых рабочих реле, к которым относятся, например, реле включения основных и противотуманных фар.

- Выньте реле из разъема.
- Прежде всего проверьте с помощью пробника, присутствует ли напряжение на контакте 30 разъема реле. Для этого присоедините пробник к массе и коснитесь щупом контакта 30 на разъеме. При наличии напряжения светодиод пробника загорится. Если светодиод не горит, найдите и устраните обрыв в цепи между положительным выводом аккумуляторной батареи и контактом 30 разъема реле.
- Сделайте перемычку из отрезка изолированного провода, зачистив его концы.
- С помощью изготовленной перемычки соедините контакт 30 разъема реле (на нем постоянно присутствует напряжение аккумуляторной батареи) с контактом 87. Контакты обозначены на реле или на самом разъеме.
- Если при установке перемычки соответствующая цепь замкнется (например, загорится дальний свет), то соответствующее реле неисправно.
- Если цепь не замыкается (например, дальний свет по-прежнему не включается), найдите и устраните обрыв в цепи между контактом 87 разъема реле и соответствующим потребителем.
- При необходимости установите новое реле.

Генератор

На автомобилях BMW устанавливается генератор переменного тока мощностью от 80 А до 115 А в зависимости от модели и состава оборудования. Привод генератора осуществляется клиновым ремнем от коленчатого вала. При этом частота вращения ротора, на котором расположена обмотка возбуждения, примерно вдвое превышает частоту вращения коленчатого вала.

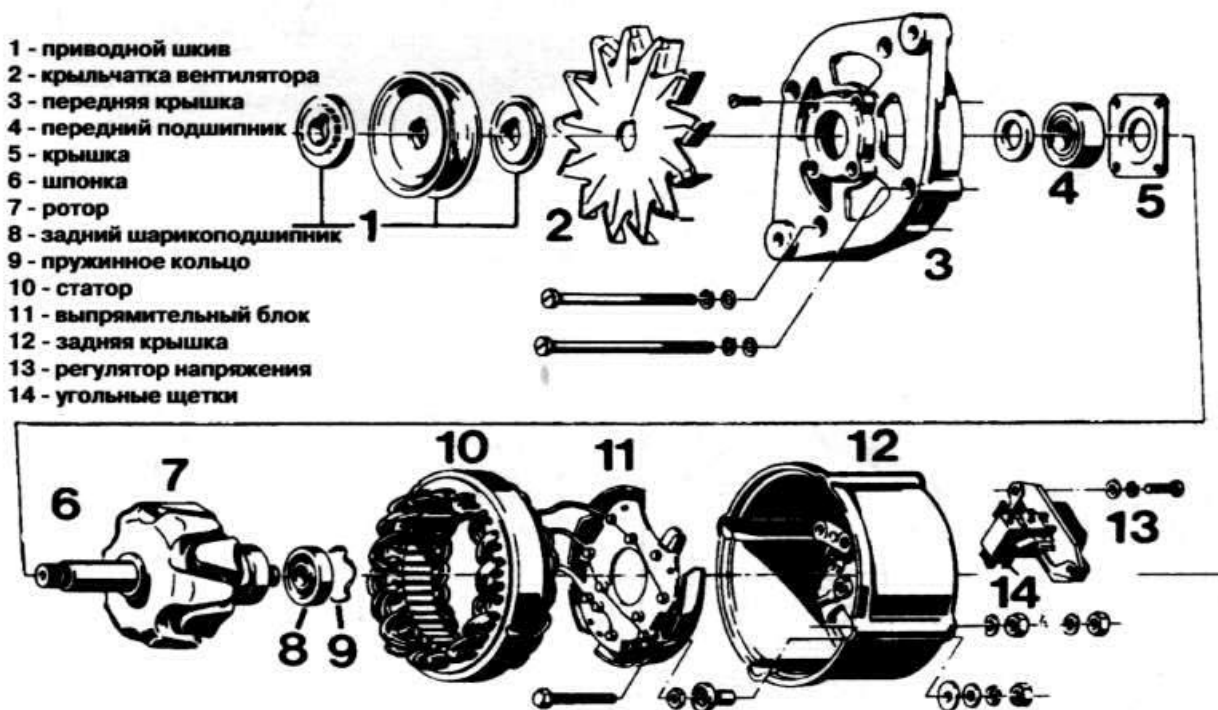
Ток в обмотку возбуждения подается через угольные щетки и контактные кольца. При прохождении через обмотку электрического тока возникает магнитное поле.

При вращении ротора магнитный поток через обмотки статора постоянно изменяется, вследствие чего в них индуцируется переменная ЭДС. При подключении к обмотке электрической нагрузки через нее начинает течь ток.

Переменное напряжение генератора выпрямляется диодным блоком. Для поддержания на выходе генератора постоянного напряжения около 14 В независимо от числа оборотов и нагрузки служит регулятор напряжения, который периодически включает и выключает ток в обмотке возбуждения.

Меры предосторожности при работе с генератором

- При работах с электрооборудованием в моторном отсеке обязательно отсоединяйте провод массы от аккумуляторной батареи.
- Не меняйте местами провода регулятора напряжения и генератора. Перед отсоединением проводов пометьте их липкой лентой.
- Не отсоединяйте батарею или регулятор напряжения при работающем двигателе.
- Не снимайте генератор при подключенной батарее.
- При проведении электросварочных работ обязательно отсоединяйте провода от генератора и аккумуляторной батареи.



A 3681

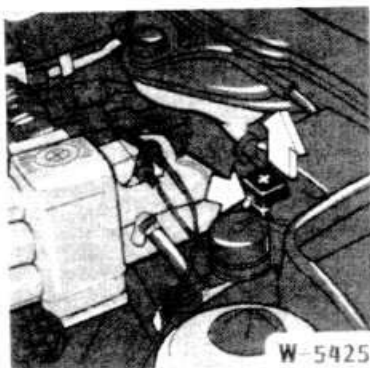
Снятие и установка генератора



Внимание: дополнительные указания для моделей 520i/525i выпуска с мая 1990 г. приведены в конце раздела.

Снятие

- Модели 518i, 520i, 525i: отсоедините провод массы (-) от аккумуляторной батареи.

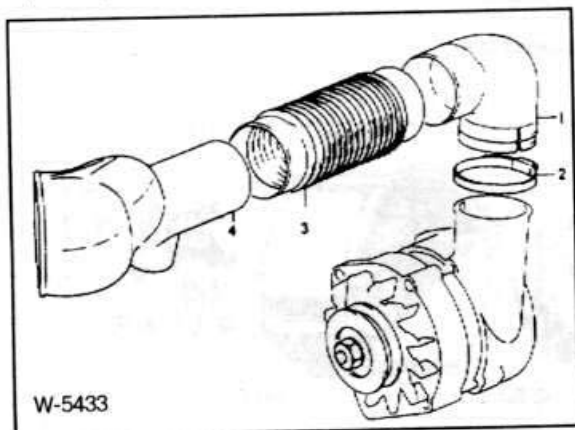


- Модели 530i, 535i, 524td, 525td/tds: отсоедините провод батареи от разъема, установленного на перегородке моторного отсека.

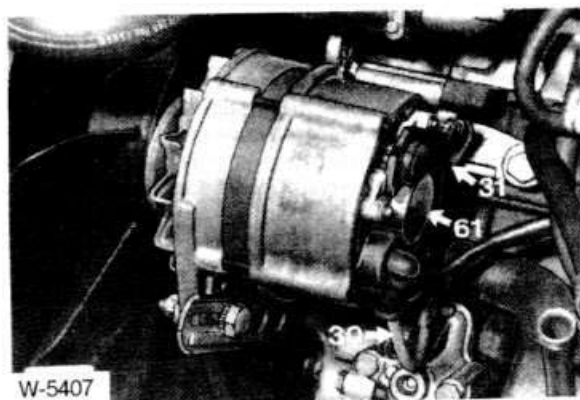


Внимание: при отключении батареи стирается охранный код, записанный в память радиоприемника, а также содержимое памяти накопителя неисправностей. Батарея должна отключаться только при выключенном зажигании, так как в противном случае возможно повреждение блока управления системы впрыска топлива. При отсоединении проводов соблюдайте указания, приведенные в разделе "Снятие и установка аккумуляторной батареи".

- Ослабьте натяжение клинового ремня и снимите его (см. стр. 53).



- Ослабьте хомут (2) и отсоедините от генератора воздушный шланг. Шланг идет от генератора к кожуху левых фар.
- В моделях 520i/525i снимите воздухоочиститель вместе с измерителем расхода воздуха (см. стр. 82).
- Снимите защитный колпачок с соединителя на генераторе.



- Генератор Bosch: отсоедините провода от выводов В+ (клемма 30) и D+ (клемма 61). Отверните провод массы (клемма 31).



- Отверните болты крепления генератора и снимите генератор.

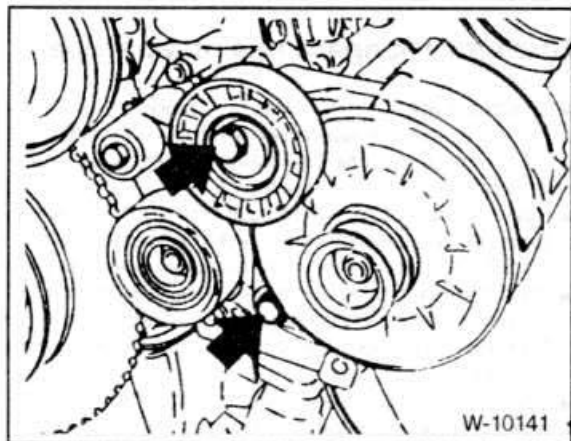
Установка

- Проверьте и при необходимости замените втулки подшипников генератора.
- Установите генератор и закрепите его болтами (см. подраздел "Снятие").
- Установите натяжной ролик и закрепите его болтом.
- Присоедините к генератору провода: В+ (клемма 30), D+ (клемма 61), провод массы (клемма 31).
- Наденьте и натяните клиновой ремень (см. стр. 53).
- Присоедините провод массы к аккумуляторной батарее или провод батареи к разъему.

Двигатель M50

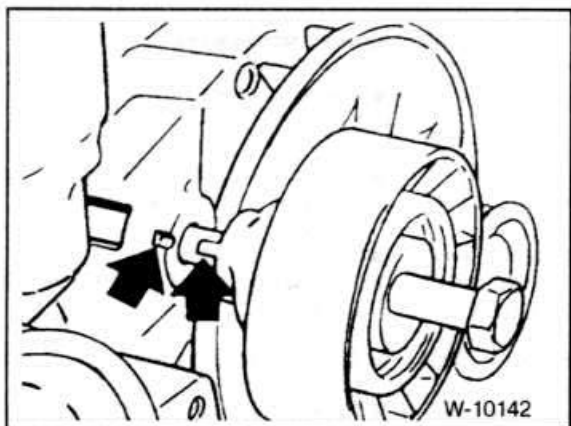
Модели 520i/525i выпуска с мая 1990 г. (4-клапанный двигатель с многорядным клиновым ремнем)

Снятие



- Отверните крепежные болты и снимите генератор вместе с направляющим роликом.

Установка



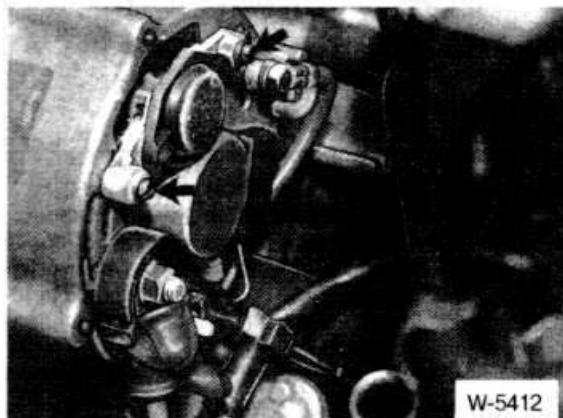
- При установке направляющего ролика проследите, чтобы фиксирующий выступ вошел в паз на подшипнике.
- Затяните крепежные болты и наденьте клиновой ремень (см. стр. 53).

Проверка и замена щеток и регулятора напряжения

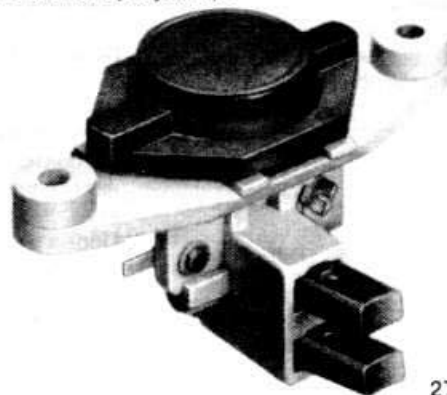
Генератор Bosch

Снятие

- Снимите генератор и отсоедините задний кожух.
- Отсоедините провод массы (-) от аккумуляторной батареи.

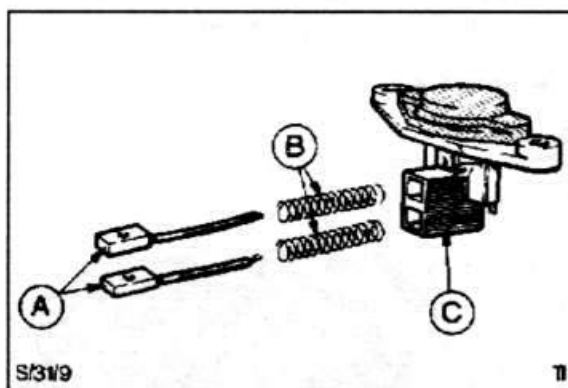


- Отверните винты крепления регулятора напряжения к задней стороне генератора и осторожно выньте регулятор.



- Замените щетки, если их длина составляет менее 5 мм. Для этого отпаяйте провода.
- Проверьте контактные кольца на износ, при необходимости проточите и отполируйте.
- Очистите контактные поверхности и проверьте упругость контактных пружин, заменив их при необходимости.

Установка



- Вставьте угольные щетки (А) и пружины (В) в щеткодержатель (С), затем припаяйте провода.
- Чтобы при пайке новых щеток припой не попал в оплетку проводов, зажмите оплетку плоскогубцами. **Внимание:** при попадании припоя провода становятся жесткими, такие щетки непригодны для использования.
- Изоляционная трубка провода должна быть зажата вблизи места пайки в имеющейся проушине.

- После установки новых щеток проверьте легкость их перемещения в щеткодержателе.
- Закрепите регулятор напряжения сначала одним винтом, завернув его рукой, затем осторожно вставьте регулятор до конца и затяните винты.
- Установите генератор и натяните клиновой ремень.
- Присоедините к аккумуляторной батарее провод массы.

Проверка напряжения генератора

- Присоедините вольтметр между положительным и отрицательным выводами аккумуляторной батареи.
- Запустите двигатель. При работе стартера допускается падение напряжения до 9,5 В.
- Повысьте частоту вращения двигателя до 3000 мин⁻¹. Если при этом напряжение лежит в пределах 13,5 - 14,5 В, генератор и регулятор напряжения исправны.
- Проверьте стабильность напряжения. Для этого включите дальний свет фар и повторите измерение при 3000 мин⁻¹. Напряжение не должно падать более, чем на 0,4 В.
- Если результаты измерения отличаются от указанных, проверьте генератор в мастерской.

Определение неисправностей генератора

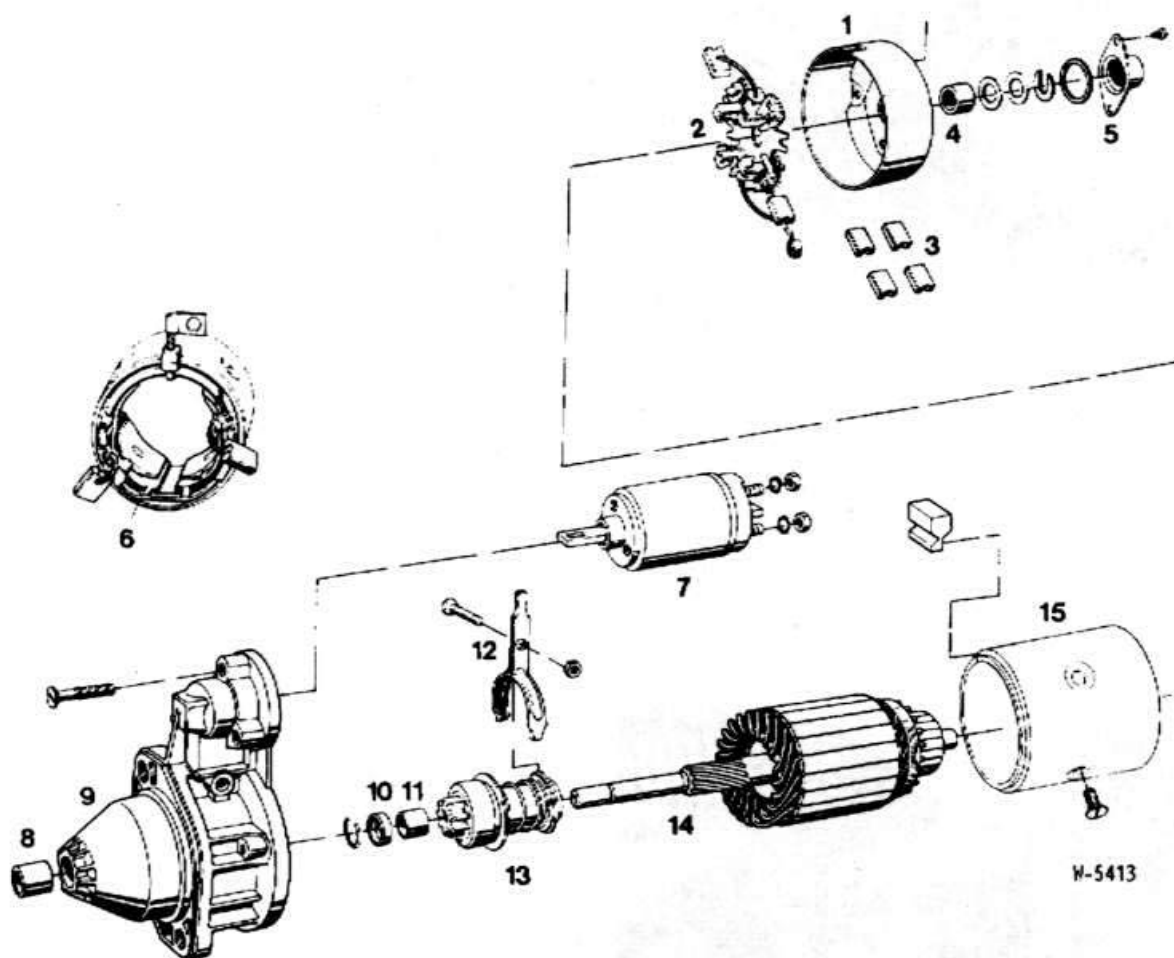
Неисправность	Причина	Способ устранения
Контрольная лампа разряда батареи не загорается при включении зажигания	Перегорела лампа	■ Замените лампу
	Нарушение контакта генератора с массой из-за коррозии или ослабления соединений	■ Проверьте контакты провода массы, подтяните крепежные болты
	Аккумуляторная батарея разряжена	■ Зарядите батарею
	Обрыв в цепи между генератором, замком зажигания и контрольной лампой	■ Проверьте цепь вольтметром по схеме
	Отсоединение разъемов между платой реле и генератором	■ Проверьте и при необходимости присоедините разъемы
Контрольная лампа разряда батареи не гаснет при увеличении частоты вращения	Неисправен регулятор напряжения	■ Проверьте и при необходимости замените регулятор
	Неплотное прилегание щеток к контактным кольцам	■ Проверьте легкость перемещения щеток и их длину (минимально допустимое значение 5 мм)
	Обрыв в обмотке возбуждения генератора	■ Замените ротор
Контрольная лампа разряда батареи горит при выключенном зажигании	Замыкание на массу провода между генератором и контрольной лампой	■ Замените жгут проводов
	Короткое замыкание диода	■ Проверьте диоды и при необходимости замените выпрямительный блок

Стартер

Для запуска двигателей внутреннего сгорания используется небольшой вспомогательный электродвигатель — стартер. Стартер должен обеспечивать частоту вращения коленчатого вала двигателя не менее 300 мин^{-1} . Это возможно только при безупречном состоянии самого стартера и нормально заряженной аккумуляторной батареи.

В корпусе стартера размещены якорь с коллектором, полюса и щеткодержатель. В щеткодержатель вставлены угольные щетки, которые медленно, но постоянно изнашиваются. При сильном износе щеток стартер не может нормально работать.

В передней крышке стартера размещены детали приводного механизма. При подаче на стартер напряжения через выключатель зажигания срабатывает электромагнитное тяговое реле, установленное на корпусе стартера. Реле замыкает цепь питания электродвигателя стартера и одновременно перемещает приводную шестерню на винтовых шлицах вала стартера, вводя ее в зацепления с зубчатым венцом маховика. Когда шестерня доходит до упора, начинается передача крутящего момента на коленчатый вал двигателя. После запуска двигателя шестерня стартера начинает вращаться быстрее, чем вал электродвигателя стартера, что обеспечивается обгонной муфтой, и связь между двигателем и стартером прерывается.



- 1 - задняя крышка
- 2 - щеткодержатель
- 3 - угольные щетки
- 4 - металлокерамическая втулка
- 5 - крышка
- 6 - обмотка возбуждения
- 7 - тяговое реле

- 8 - металлокерамическая втулка
- 9 - передняя крышка
- 10 - упорное кольцо
- 11 - металлокерамическая втулка
- 12 - рычаг привода
- 13 - шестерня
- 14 - якорь
- 15 - корпус стартера

Снятие и установка стартера

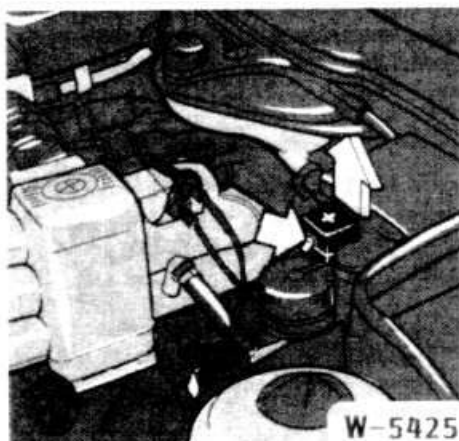
Стартер расположен сбоку на стыке двигателя с коробкой передач и снимается вверх.

Снятие



Внимание: во избежание короткого замыкания отсоедините аккумуляторную батарею.

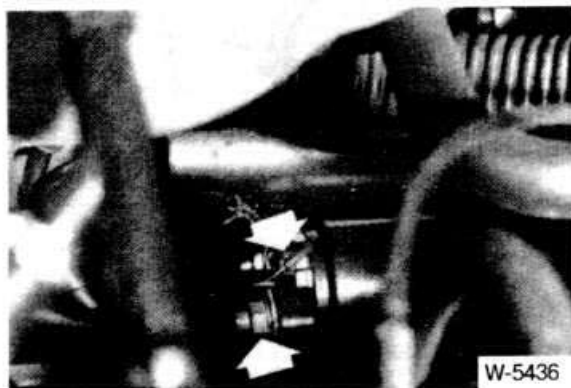
- Модели 518i, 520i, 525i: отсоедините провод массы (-) от аккумуляторной батареи.



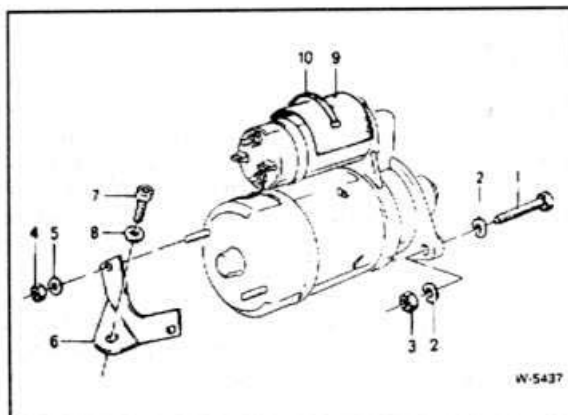
- Модели 530i, 535i, 524td, 525td/tds: отсоедините провод батареи от разъема на перегородке моторного отсека.



Внимание: при отключении батареи стирается охранный код, записанный в память радиоприемника, а также содержимое памяти накопителя неисправностей. Батарея должна отключаться только при выключенном зажигании, так как в противном случае возможно повреждение блока управления системы впрыска топлива. При отсоединении проводов соблюдайте указания, приведенные в разделе "Снятие и установка аккумуляторной батареи".



- Отсоедините провода от клеммы 30 (толстый провод, идущий непосредственно к положительному выводу батареи) и клеммы 50 (тонкий провод, идущий к выключателю зажигания).



- Отверните две гайки крепления стартера (3). Для удерживания болтов потребуются торцевая torx-головка размером 14 мм. Если доступ к гайкам затруднен, снимите расширительный бачок и отведите в сторону шланги охлаждающей жидкости рядом со стартером. Для снятия стартера существует специальный отогнутый ключ HAZET.
- Отверните болт (7) на задней опоре стартера и сдвиньте стартер вперед, после чего снимите его вверх.

Установка

- Установка стартера производится в последовательности, обратной снятию. Не забывайте устанавливать шайбы под крепежные болты.
- Закрепите шланги охлаждающей жидкости новыми хомутами.
- Если охлаждающая жидкость сливалась, заполните систему охлаждения (см. стр. 266).
- Присоедините провод массы к аккумуляторной батарее или провод батареи к разъему.

Проверка, снятие и установка тягового реле

При неисправности тягового реле приводная шестерня стартера не вводится в зацепление с зубчатым венцом маховика и стартер не проворачивает коленчатый вал двигателя. Однако чаще всего это происходит из-за повреждения двигателя стартера.

Проверка установленного реле

- Установите коробку передач в нейтральное положение.

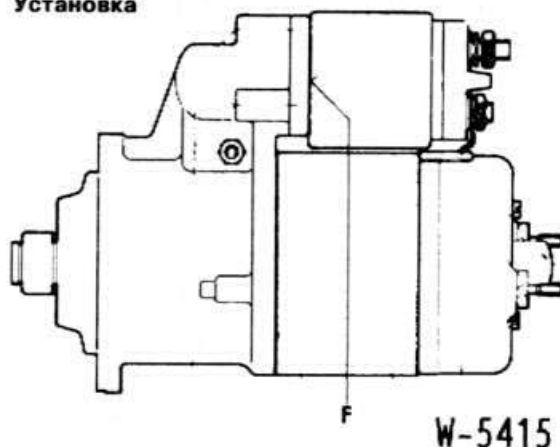


- Соедините вспомогательным проводом клемму 30 (толстый провод от батареи) с клеммой 50 (тонкий провод от выключателя зажигания). При этом реле должно сработать (щелкнуть), передвинув шестерню стартера вперед и включив стартер. Если этого не произошло, снимите стартер и замените тяговое реле.

Снятие

- Снимите стартер и проверьте его работоспособность, используя автомобильный аккумулятор. Для соединения батареи с клеммой 30 подходит провод с зажимами, используемый при запуске двигателя от батареи другого автомобиля. Если шестерня стартера перемещается вперед, а двигатель стартера не работает, отдайте стартер в мастерскую для ремонта.
- Если шестерня не перемещается, снимите и замените тяговое реле.

Установка



- Нанесите на стык (F) подходящий герметик.
- Введите тяговое реле в зацепление с рычагом привода и приверните к стартеру.
- Присоедините к тяговому реле провода.
- Проверьте работу стартера, как описано выше.
- Установите стартер.

Определение неисправностей стартера

Если стартер не вращается, прежде всего убедитесь, что на клемме 50 тягового реле при включении стартера присутствует напряжение не менее 8 В. Если оно меньше, проверьте по схеме электрооборудования провода и соединения в цепи стартера. Проверка работы стартера при подаче полного напряжения аккумуляторной батареи производится следующим образом.

- Установите коробку передач в нейтральное положение, включите зажигание.
- С помощью провода сечением не менее 4 мм² замкните клеммы 30 и 50 на стартере (см. схему электрооборудования).

Если при этом стартер заработает, неисправность находится в проводах, идущих к стартеру. Если же стартер не включается, снимите его и проверьте отдельно.

Условия проверки: соединения проводов должны быть хорошо затянуты и не окислены.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Стартер не вращается при включении зажигания	Разряжена аккумуляторная батарея	■ Зарядите батарею
	Если стартер включается при замыкании клемм 30 и 50: обрыв провода, идущего от клеммы 50 к выключателю зажигания, неисправность выключателя зажигания	■ Устраните обрыв, замените неисправные детали
	Обрыв провода массы или плохой контакт с массой	■ Проверьте провода и соединения. Обеспечьте надежное соединение батареи, стартера и массы
	Сильное падение напряжения на ослабленных или окисленных соединениях	■ Очистите выводы батареи и наконечники проводов.
	Отсутствует напряжение на клемме 50 тягового реле	■ Оборван провод, неисправен выключатель зажигания
Стартер вращается слишком медленно	Разряжена аккумуляторная батарея	■ Зарядите батарею
	Высокая вязкость масла (зимой залито летнее масло)	■ Замените масло на зимнее или всесезонное
	Сильное падение напряжения на ослабленных или окисленных соединениях	■ Очистите выводы батареи и наконечники проводов, подтяните соединения
	Плохое прилегание щеток к коллектору, заклинивание щеток в направляющих, щетки изношены, сломаны или замаслены	■ Замените щетки и очистите их направляющие
	Повреждение, обгорание или загрязнение коллектора	■ Проточите коллектор или замените якорь
	Недостаточное напряжение на клемме 50 (менее 8 В)	■ Проверьте выключатель зажигания или тяговое реле
	Заедание подшипников	■ Проверьте и при необходимости замените подшипники
	Неисправно тяговое реле	■ Замените реле
Стартер срабатывает, двигатель не вращается или вращается рывками	Неисправен приводной механизм стартера	■ Замените приводной механизм
	Загрязнение приводной шестерни	■ Очистите шестерню
Шестерня стартера не выходит из зацепления с маховиком	Поврежден зубчатый венец маховика	■ Обработайте или замените маховик
	Загрязнение или повреждение приводного механизма или винтовых шлицев	■ Очистите или замените приводной механизм
	Ослабла или сломана возвратная пружина	■ Замените пружину
Стартер продолжает работать после отпускания ключа зажигания	Залипание тягового реле	■ Немедленно выключите зажигание, замените тяговое реле
	Неисправен выключатель зажигания	■ Немедленно отсоедините батарею, замените замок зажигания