

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Электрооборудование любого автомобиля включает в себя генератор – основной источник электроэнергии. Вместе с регулятором напряжения он называется генераторной установкой.

На современные автомобили устанавливаются генераторы переменного тока. Они в наибольшей степени отвечают предъявляемым требованиям.

Основные требования к автомобильным генераторам

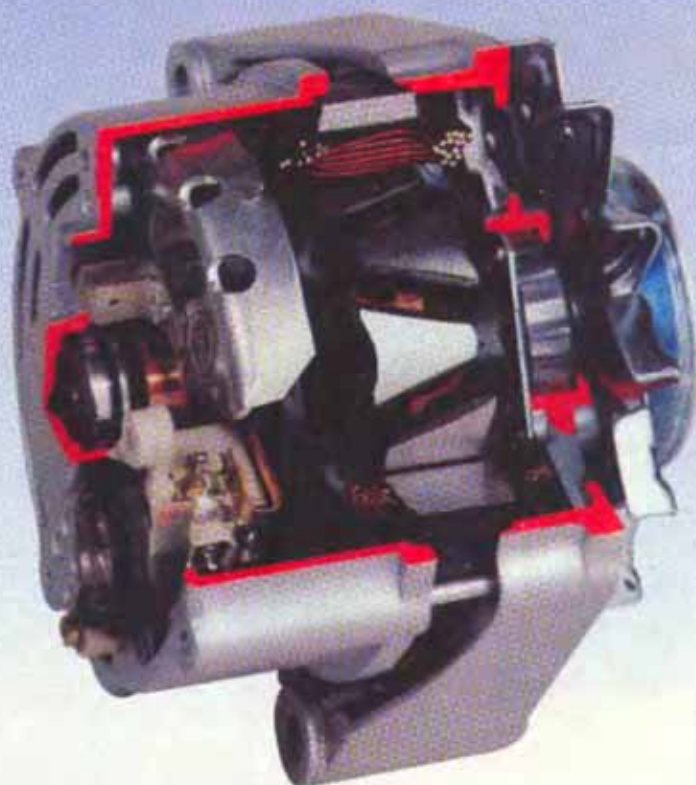
1. Генератор должен обеспечивать бесперебойную подачу тока и обладать достаточной мощностью, чтобы:

— одновременно снабжать электроэнергией работающих потребителей и заряжать АКБ;

— при включении всех штатных потребителей электроэнергии на малых оборотах двигателя не происходил сильный разряд аккумуляторной батареи;

— напряжение в бортовой сети находилось в заданных пределах во всем диапазоне электрических нагрузок и частот вращения ротора.

2. Генератор должен иметь достаточную прочность, большой ресурс, небольшие массу и габариты, невысокий уровень шума и радиопомех.



Основные понятия

Отечественные разработчики и производители электрооборудования используют следующие понятия.

Система электроснабжения автомобиля — предназначена для бесперебойного питания электроприборов, включенных в бортовую сеть автомобиля. Состоит из генераторной установки, аккумулятора и устройств, обеспечивающих контроль работоспособности и защиту системы от перегрузок.

Генератор — устройство, преобразующее механическую энергию, получаемую от двигателя, в электрическую.

Регулятор напряжения — устройство, поддерживающее напряжение бортовой сети автомобиля в заданных пределах при изменении электрической нагрузки, частоты вращения ротора генератора и температуры окружающей среды.

Аккумуляторная стартерная батарея (аккумулятор) — накапливает и хранит электроэнергию для запуска двигателя и питания электро-

приборов в течение непродолжительного времени (при неработающем двигателе или недостаточной мощности, развиваемой генератором).

Принцип действия генератора

Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции — возникновении электрического напряжения в обмотке статора, находящейся в переменном магнитном поле. Оно создается с помощью вращающегося

электромагнита — ротора при прохождении по его обмотке постоянного тока.

Переменное напряжение преобразуется в постоянное полупроводниковым выпрямителем.

Устройство генератора

На современных автомобилях применяют в основном трехфазные синхронные генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением и контактными кольцами.

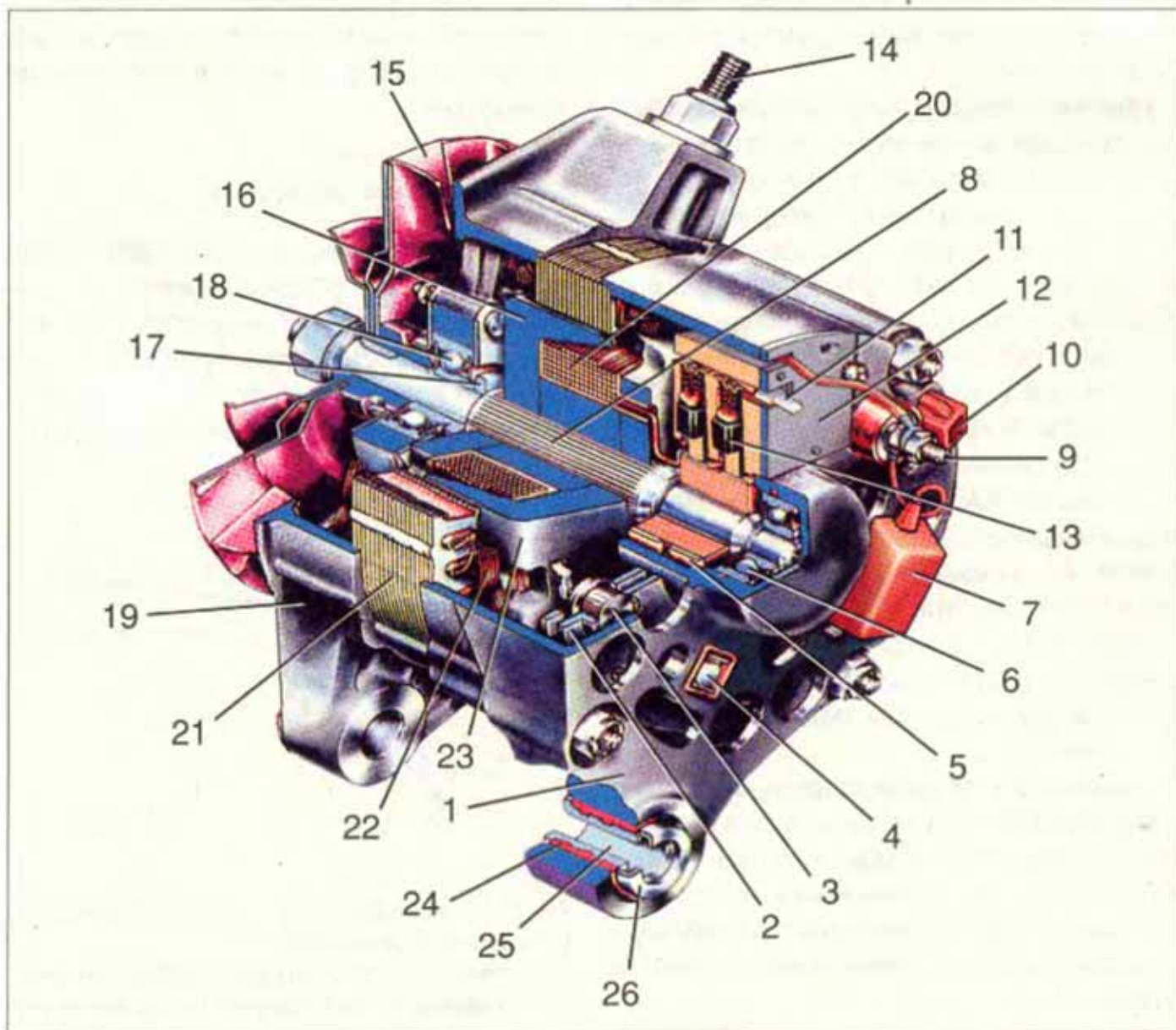


Рис. 1. Устройство генератора 37.3701: 1 — крышка со стороны контактных колец; 2 — выпрямительный блок; 3 — диод выпрямительного блока; 4 — винт крепления выпрямительного блока; 5 — контактное кольцо; 6 — задний шарикоподшипник; 7 — конденсатор; 8 — вал ротора; 9 — вывод "30" генератора; 10 — вывод обмотки возбуждения генератора; 11 — вывод регулятора напряжения; 12 — регулятор напряжения; 13 — щетка; 14 — шпилька крепления генератора к натяжной планке; 15 — шкив с вентилятором; 16 — полюсной наконечник ротора; 17 — дистанционная втулка; 18 — передний шарикоподшипник; 19 — крышка со стороны привода; 20 — обмотка ротора; 21 — статор; 22 — обмотка статора; 23 — полюсной наконечник ротора; 24 — буферная втулка; 25 — втулка; 26 — подвижная втулка.

Основными частями генератора (рис. 1) являются:

статор — пакет, набранный из стальных листов, имеющий форму трубы. В его пазах расположена трехфазная обмотка, в которой вырабатывается мощность генератора;

ротор — стальной вал с расположенными на нем двумя стальными втулками клювообразной формы. Между ними находится обмотка возбуждения, выводы которой соединены с контактными кольцами. Генераторы оборудованы преимущественно цилиндрическими медными контактными кольцами;

крышки — передняя (со стороны шкива) и задняя (со стороны контактных колец), предназначены для крепления статора, установки генератора на двигателе и размещения подшипников (опор) ротора. На задней крышке размещаются выпрямитель, щеточный узел, регулятор напряжения (если он встроенный) и внешние выводы для подключения к системе электрооборудования;

щеточный узел — съемная пластмассовая конструкция. В ней установлены подпружиненные щетки, контактирующие с кольцами ротора. В отечественных генераторах применяются медно-графитные щетки типа М1 размером 5x8x18 мм (генераторы Г222, 37.3701) или 6x6,5x13 мм (генераторы 16.3701, 58.3701);

подшипники — как правило, радиальные шариковые со встроенными уплотнениями и заводской закладкой смазки на заданный срок службы генератора;

выпрямитель объединяет шесть мощных диодов, запрессованных по три в положительный и отрицательный теплоотводы. В схемах с самовозбуждением на положительном теплоотводе установлены три дополнительных маломощных (на 2 А) диода в пластмассовом цилиндрическом корпусе;

вентилятор — обеспечивает охлаждение узлов генератора. Располагается на приводном шкиве генератора или отдельно от него. В современных компактных конструкциях генераторов внутри находятся два вентилятора (у передней и задней крышек), обеспечивающих низкий уровень шума, более эффективное охлаждение и высокий к.п.д.

На новых моделях двигателей (ВАЗ-2111, 2112, ЗМЗ-406 и др.) могут устанавливаться генераторы компактной конструкции (94.3701 и др.).

Безщеточные (индукторные) генераторы (955.3701 для ВАЗов, Г700А для УАЗов) отличаются от традиционной конструкции тем, что у них на роторе расположены постоянные магниты, а обмотки возбуждения — на статоре (смешанное возбуждение). Это позволило обойтись без щеточного узла (уязвимая часть генератора) и контактных колец. Однако эти генераторы имеют несколько большую массу и более высокий уровень шума.

Характеристика генераторных установок

Способность генераторной установки обеспечивать потребителей электроэнергией на различных режимах работы двигателя определяется его токоскоростной характеристикой — зависимостью наибольшей силы тока, отдаваемого генератором, от частоты вращения ротора при

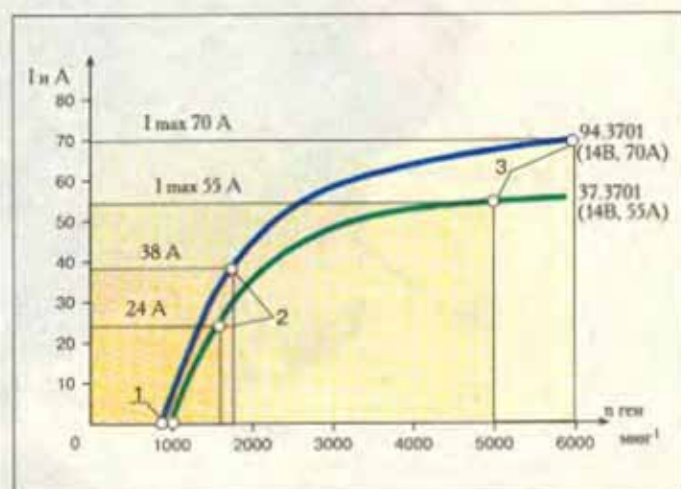


Рис. 2. Токоскоростная характеристика генераторных установок 37.3701 и 94.3701.

На графике имеются следующие характерные точки: 1 — начальная частота вращения ротора без нагрузки, при которой генератор начинает отдавать ток; 2 — ток отдачи генератора при частоте вращения, соответствующей минимальным устойчивым оборотам холостого хода двигателя. На современных генераторах ток, отдаваемый в этом режиме, составляет 40–50% от номинального; 3 — максимальный (номинальный) ток отдачи при частоте вращения ротора 5000 мин⁻¹ (6000 мин⁻¹ для современных генераторов).

Таблица 1. Основные данные генераторных установок

Генератор	Регулятор напряжения и его размещение	Применение на автомобилях	Номинальное напряжение, В	Номинальная сила тока, А	Начальная частота вращения без нагрузки, мин ⁻¹	Завод-изготовитель генератора
Г221А	121.3702 вынесенный	ВАЗ-2101, 011, 03, 06	14	42	1150	КЗАТЭ, г. Самара
Г222	Я112В1 встроенный	ВАЗ-2104, 05, 07, ЗАЗ 1102	14	50	1250	То же
37.3701 372.3701	17.3702 Я212А11Е встроенный	ВАЗ-2108-99, 21213, АЗЛК 21412-10	14	55	1100	То же
16.3701 19.3701 и модификации	13.3702 131.3702 вынесенный	ГАЗ-24 и модификации, ГАЗ-3102 и модификации, "Газель", "Соболь", УАЗ	14	65	1100	КЗАТЭ, г. Самара, АТЭ-1, г. Москва
94.3702* и модификации, 2502.3771	Я212А11Е встроенный	ВАЗ-2110-12, ГАЗ-3110	14	70-80	900-1100	То же
29.3701	Я112А1 встроенный	"Мосвич-2140", ИЖ-412ИЭ	14	50	1250	АТЭ-1, г. Москва
58.3701 и модификации	Я112А1 встроенный	"Мосвич-21412", ИЖ-2126	14	52	1400	То же
32.3701	201.3702 вынесенный	ЗИЛ-130 и др.	14	60	1050	То же
2022..3771	4202.3702 вынесенный	ЗИЛ-5301"Бычок"	14	90	1100	То же
Г287К, Л	Я112А1 встроенный	Автобусы ЛАЗ, ЛИАЗ	14	80	700	КЗАТЭ, г. Самара
Г273 и модификации	Я120М1 встроенный	МАЗ, КамАЗ	28	28, 45	1050	То же
65.3701 и модификации	23.3702 вынесенный	Автобус ЛИАЗ-5256	28	90	1250	То же
6582.3701	Я120М1 встроенный	МАЗ	28	90	1250	То же

* Генератор компактной конструкции.

постоянной величине напряжения на силовых выводах. На рис. 2 представлена токоскоростная характеристика генераторов 37.3701 и 94.3701.

Современные генераторы обладают способностью самоограничения тока. При частоте вращения выше номинальной сила тока практически перестает расти.

На щитке генератора указываются основные параметры:

— номинальное напряжение 14 или 28 В (в зависимости от номинального напряжения системы электрооборудования 12 или 24 В);

— номинальный ток, за который принимается максимальный ток отдачи генератора.

Основные данные отечественных генераторных установок приведены в табл. 1.

Электрические схемы генераторных установок

От электрической схемы генераторной установки зависит вариант подключения обмотки возбуждения к бортовой сети автомобиля и отклонение уровня напряжения при работе.

Вариант включения, показанный на рис. 3,а, имеет один недостаток. Напряжение от аккумуляторной батареи подается через замок зажигания и предохранитель. По этой цепи идет полный ток (3-5 А) обмотки ротора для возбуждения генератора. На выводе "б" регулятора происходит падение напряжения относительно точки "а" из-за повышения сопротивления контактов замка зажигания, клемм, штекеров, которые окисляются и "подгорают" в процессе эксплуатации. Ре-

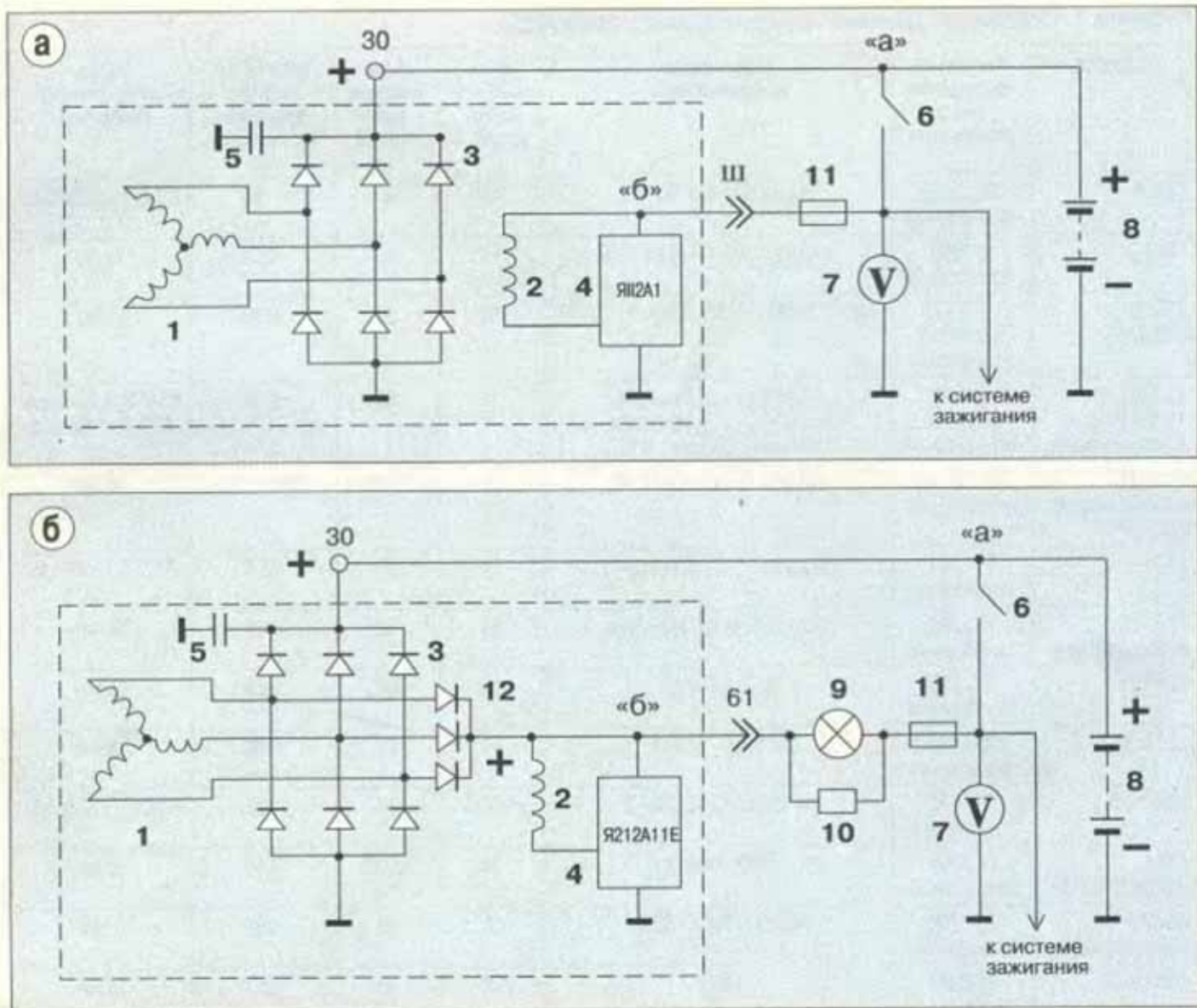


Рис. 3. Основные схемы генераторных установок: а — электрическая схема генератора 58.3701 со встроенным регулятором напряжения Я112А1; б — электрическая схема генератора 372.3701 со встроенным регулятором напряжения Я212А11Е; 1 — обмотка статора; 2 — обмотка возбуждения ротора; 3 — выпрямитель; 4 — регулятор напряжения; 5 — помехоподавительный конденсатор; 6 — замок-выключатель (зажигания); 7 — вольтметр; 8 — аккумуляторная батарея; 9 — лампа контроля заряда; 10 — резистор 50 Ом; 11 — предохранитель; 12 — дополнительные диоды.

гулятор, настроенный на напряжение 14–14,5 В, постоянно поддерживает (регулирует) напряжение на выводе «б», а напряжение в бортсети увеличивается на величину этого снижения и может достигать 15–15,5 В. Такое недопустимо высокое напряжение быстро выводит аккумуляторную батарею из строя.

Вариант включения, приведенный на рис. 3, б, исключает недостаток предыдущей схемы. Цепь возбуждения подключена к плюсовым выводам трех дополнительных диодов. С этой же точкой соединен регулятор напряжения. Незначитель-

ный ток (0,1–0,3 А) от плюсовой клеммы аккумуляторной батареи для начального возбуждения проходит через выключатель зажигания, предохранитель и контрольную лампу мощностью 1,5–3 Вт с параллельно включенным сопротивлением. Оно необходимо для сохранения тока в цепи в случае перегорания лампы. После появления напряжения на «плюсе» дополнительных диодов генератор возбуждается, выходит на рабочий режим и сам подает ток на обмотку ротора. Напряжение в точке «б» практически не отличается от напряжения генератора. На работу ре-

гулятора не оказывает влияния падение напряжения между точками "а" и "б". Генератор, работающий по такой схеме, предварительно возбуждается через контрольную лампу с ростом оборотов и напряжения, подвозбуждается от дополнительных диодов, а далее переходит на режим самовозбуждения.

При включенном зажигании и неработающем двигателе свечение контрольной лампы указывает на исправность цепи возбуждения. При запуске двигателя потенциал точек "а" и "б" выравнивается, лампа гаснет, сигнализируя о работе генератора. Однако с ее помощью нельзя контролировать повышение напряжения выше допустимого (например, при пробое выходного транзистора регулятора), поэтому в электросхеме автомобиля устанавливается вольтметр.

Данная схема чувствительна даже к кратковременному замыканию вывода "61" на "массу", приводящему к выходу из строя дополнительных диодов, нарушению работы генератора и необходимости его ремонта.

Привод генераторов

Привод генераторов осуществляется от шкива коленчатого вала ременной передачей.

Чем больше диаметр шкива на коленчатом валу и меньше диаметр шкива генератора (отношение диаметров называют передаточным отношением), тем выше обороты генератора, соответственно, он способен отдать потребителям больший ток.

Привод клиновым ремнем не применяется для передаточных отношений больше 1,7–3. Прежде всего это связано с тем, что при малых диаметрах шкивов клиновой ремень усиленно изнашивается.

На современных моделях, как правило, привод осуществляется поликлиновым ремнем. Благодаря большей гибкости он позволяет устанавливать на генераторе шкив малого диаметра и, следовательно, получать более высокие передаточные отношения, то есть использовать высокооборотные генераторы. Натяжение поликлинового ремня осуществляется, как правило, натяжными роликами при неподвижном генераторе.

Крепление генераторов

Генераторы крепятся в передней части двигателя болтами на специальных кронштейнах. Крепежные лапы и натяжная проушина генератора находятся на крышках. Если крепление осуществляется двумя лапами, то они расположены на обеих крышках, если лапа одна — она находится на передней крышке. В отверстии задней лапы (если крепежные лапы — две) обычно имеется дистанционная втулка, устраняющая зазор между кронштейном двигателя и посадочным местом лапы.

Регуляторы напряжения

Регуляторы поддерживают напряжение генератора в определенных пределах для оптимальной работы электроприборов, включенных в бортовую сеть автомобиля.

Все регуляторы напряжения имеют измерительные элементы, являющиеся датчиками напряжения, и исполнительные элементы, осуществляющие его регулирование.

В вибрационных регуляторах измерительным и исполнительным элементом является электромагнитное реле.

У контактно-транзисторных регуляторов электромагнитное реле находится в измерительной части, а электронные элементы — в исполнительной части.

Эти два типа регуляторов в настоящее время полностью вытеснены электронными.

Полупроводниковые бесконтактные электронные регуляторы, как правило, встроены в генератор и объединены со щеточным узлом. Они изменяют ток возбуждения путем изменения времени включения обмотки ротора в питающую сеть. Эти регуляторы не подвержены разрегулировке и не требуют никакого обслуживания, кроме контроля надежности контактов.

Регуляторы напряжения обладают свойством термокомпенсации — изменения напряжения, подводимого к аккумуляторной батарее, в зависимости от температуры воздуха в подкапотном пространстве для оптимального заряда АКБ. Чем ниже температура воздуха, тем большее

Таблица 2. Основные типы регуляторов напряжения и их аналоги*

Модель регулятора	Аналоги	Номинальное напряжение, В	Максимальная сила выходного тока, А
Я-212А11Е	36.3702, 361.3702	14	5,0
Я-112А1	41.3702, 44.3702, 4302.3702	14	5,0
Я-112В1	411.3702, 4322.3702	14	5,0
Я-120М1	—	28	5,0
121.3702	—	14	4,0
201.3702	—	14	4,0
22.3702	—	14	4,0
221.3702	—	14	4,0
17.3702	Я-212А11Е	14	5,0
13.3702-01	—	14	4,5
4202.3702	—	14	5,0
РР380**	121.3702	14	3,0
РР350** РР350А** РР350Б**	201.3702	14	3,0
РР362**	22.3702	14	3,5
РР362А**	221.3702	14	3,5

* Приведенные в таблице модели регуляторов одобрены к комплектации производителями автомобилей или генераторов.

** В настоящее время не выпускаются.

напряжение должно подводиться к батарее и наоборот.

Величина термокомпенсации достигает до 0,01 В на 1°C. Некоторые модели выносных регуляторов (2702.3702, РР-132А, 1902.3702 и 131.3702) имеют ступенчатые ручные переключатели уровня напряжения (зима/лето).

Основные типы отечественных регуляторов напряжения приведены в табл. 2.

Работа генераторной установки на разных режимах

При пуске двигателя основным потребителем электроэнергии является стартер, сила тока достигает сотен ампер, что вызывает значительное падение напряжения на выводах аккумулятора. В этом режиме потребители электроэнергии питаются только от аккумулятора, который интенсивно разряжается.

Сразу после пуска двигателя генератор становится основным источником электроснабжения. Он обеспечивает требуемый ток для заряда аккумулятора и работы электроприборов.

После подзарядки аккумулятора разность его напряжения и генератора становится небольшой, что приводит к снижению зарядного тока. Источником электропитания по-прежнему явля-

ется генератор, а аккумулятор сглаживает пульсации напряжения генератора.

При включении мощных потребителей электроэнергии (например, обогревателя заднего стекла, фар, вентилятора отопителя и т.п.) и небольшой частоте вращения ротора (малые обороты двигателя) суммарный потребляемый ток может быть больше, чем способен отдать генератор. В этом случае нагрузка ляжет на аккумулятор, и он начнет разряжаться, что можно контролировать по показаниям дополнительного индикатора напряжения или вольтметра.

Характерные неисправности

Довольно часто за отказ генераторной установки принимают отсутствие контакта или короткое замыкание в проводке автомобиля, срабатывание предохранителя и т.п.

Некоторые причины неисправной работы генераторной установки приведены в табл. 3.

Общие рекомендации

При установке аккумуляторной батареи на автомобиль убедитесь в правильной полярности подключения. Ошибка приведет к немедленному выходу из строя выпрямителя генера-

Таблица 3. Некоторые неисправности генераторной установки

Причина неисправности	Способ проверки и устранения
Генераторная установка не обеспечивает заряд АКБ	
Проскальзывание приводного ремня из-за недостаточного натяжения или износа ручья шкива.	Подтянуть ремень. При необходимости заменить шкив.
Выход из строя АКБ.	Проверить состояние АКБ с помощью нагрузочной вилки. При необходимости заменить АКБ.
Плохой контакт или его отсутствие в цепях между генераторной установкой и АКБ.	Измерить вольтметром напряжение на силовых выводах генератора и на выводах АКБ при средних оборотах двигателя и включенных фарах. При значительном падении напряжения (0,3-0,5 В) определить место плохого контакта и устранить.
Износ или "зависание" щеток.	Снять щеточный узел, восстановить подвижность щеток. При полном износе щеток заменить узел.
Неисправность регулятора напряжения.	При кратковременном замыкании выводов "Ш" и "+" (для генераторной установки с подключением одного из выводов обмотки возбуждения на "массу") и "Ш" и "масса" (для генераторной установки с двумя изолированными выводами обмотки возбуждения) вольтметр показывает повышение напряжения. Заменить регулятор.
Ослабление крепления клеммы "+" на выводе генератора.	Затянуть гайку крепления.
Прочие неисправности генератора (обрыв или замыкание обмоток и т. д.).	Генератор снять и отремонтировать.
Генераторная установка вызывает перезаряд АКБ (кипение электролита)	
Неисправность АКБ (внутреннее короткое замыкание пластин).	Заменить АКБ.
Неисправность регулятора напряжения.	Заменить регулятор.
Плохой контакт между точками "а" и "б" по схеме 3,а.	Проверить контакты.

тора, может возникнуть пожар. Такие же последствия возможны при запуске двигателя от внешнего источника тока (прикуривании) при неправильной полярности подключения.

При эксплуатации автомобиля **необходимо:**

- следить за состоянием электропроводки, особенно за чистотой и надежностью соединения контактов проводов, подходящих к генератору, регулятору напряжения. При плохих контактах бортовое напряжение может выйти за допустимые пределы;

- отсоединить все провода от генератора и от аккумулятора при электросварке кузовных деталей автомобиля;

- следить за правильным натяжением ремня генератора. Слабо натянутый ремень не обеспечивает эффективную работу генератора, натянутый слишком сильно приводит к разрушению его подшипников;

- немедленно выяснить причину загорания контрольной лампы генератора.

Недопустимо производить следующие действия:

- оставлять автомобиль с подключенным аккумулятором при подозрении на неисправность выпрямителя генератора. Это может привести к полному разряду аккумулятора и даже к возгоранию электропроводки;

- проверять работоспособность генератора замыканием его выводов на "массу" и между собой;

- проверять исправность генератора путем отключения аккумуляторной батареи при работающем двигателе из-за возможности выхода из строя регулятора напряжения, электронных элементов систем впрыска, зажигания, бортового компьютера и т. д.;

- допускать попадание на генератор электролита, "Тосола" и т. д.

Редакция благодарит за помощь в подготовке материала специалистов отдела систем электроснабжения НИИАЭ Л. П. Лейкина и С. А. Деменьтьева.