



СОВРЕМЕННЫЕ

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЫ

Д. Соснин, А. Фещенко

Генератор является источником электрической энергии на автомобиле при работающем двигателе. Когда двигатель не работает, электроэнергия поступает в бортовую аккумуляторную батарею. Таким образом, электрогенератор и аккумуляторная батарея образуют автономную бортовую электроэнергетическую установку, которую принято называть системой электропитания автомобиля. Когда в этой системе применялся генератор постоянного тока, то она обладала недостаточно высокой эксплуатационной надежностью и низким качеством* вырабатываемого электричества. Кроме того, технология изготовления генераторов постоянного тока сложная и дорогостоящая. Все это привело к необходимости применения на автомобилях генераторов переменного тока, дооборудованных мощным полупроводниковым выпрямителем и электронным регулятором напряжения. Основные сведения об автомобильных электрогенераторах нового поколения рассматриваются в данной статье.

1. Закон электромагнитной индукции

Принцип действия любого электрогенератора основан на первом законе электромагнитной индукции.

* Качество электричества — технический термин, указывающий на высокую степень стабилизации параметров выходного напряжения блока (или системы) энергоснабжения, а также на отсутствие в нем высокочастотных гармоник и случайных всплесков ("дребезга").

Для одновитковой токопроводящей рамки, вращающейся в постоянном магнитном поле U -образного магнита, этот закон имеет вид:

$$E = -B L V,$$

где E — электродвижущая сила (ЭДС), наведенная в рамке; B — магнитная индукция поля постоянного магнита; L — длина той части рамки, которая находится в магнитном поле; V — вектор линейной скорости перемещения рамки относительно неподвижного магнитного поля.

Если рамка содержит несколько витков W , то индуцированная ЭДС E_K является суммой электродвижущих сил в этих витках и определяется как:

$$E_K = -W B L V \quad (1)$$

Знак "минус", который часто опускается, но всегда подразумевается, означает, что если под действием ЭДС E_K по рамке начнет протекать электрический ток (при подключении нагрузки), то созданное этим током магнитное поле будет противодействовать механической силе F , приводящей рамку во вращение.

Формула 1, отображающая закон электромагнитной индукции для многовитковых рамок, может быть представлена в другом виде, если линейную скорость V перемещения витков рамки L относительно магнитного поля B , выразить через путь dx перемещения витков W по периметру окружности вращения с диаметром X за время dt поворота рамки на соответствующий угол. Тогда $V = dx/dt$, и формула для ЭДС E_K несколько изменится:

$$E_K = -W B L V = -W B L dx/dt.$$

Выражение $B L dx$ соответствует изменению магнитного потока $d\Phi$ при повороте рамки на шаг dx за время dt .

Изменение магнитного потока реализуется вращением ротора с диаметром X в магнитопроводе статора, когда площадь витка ротора

($S = LX$), пронизанная магнитным потоком $\Phi = BS$, постоянно изменяется во времени t и тогда:

$$E_K = -W_K d\Phi/dt \quad (2)$$

Эта формула является основным расчетным выражением для определения индуцированной электродвижущей силы e_{Φ} , возникающей в фазных обмотках электрических машин переменного тока под воздействием изменения магнитного потока через обмотки:

$$e_{\Phi} = -W_{\Phi} d\Phi/dt = -W_{\Phi} d\Phi_m \cos\omega t/dt = E_{\Phi m} \sin\omega t,$$

где Φ_m и $E_{\Phi m}$ — амплитудные значения величин Φ и ЭДС e_{Φ} .

При этом под фазной обмоткой подразумевают электропроводную катушку, в которой наводится ЭДС e_{Φ} и которая в генераторах переменного тока всегда расположена на неподвижном статоре.

2. Модели автомобильных генераторов переменного тока

Генератор — это такая электрическая машина, которая способна непрерывно вырабатывать электрическую энергию из механической. Генераторы бывают постоянного и переменного тока.

Наиболее просто непрерывность работы генератора переменного тока можно обеспечить вращением постоянного магнита в неподвижном магнитопроводе статора, на котором размещена фазная обмотка.

На рис. 1а представлена модель однофазного синхронного генератора переменного тока с возбуждением от постоянного магнита, в котором вращающийся ротор — это двухполюсный постоянный магнит NS , а неподвижный магнитопровод M с одной фазной обмоткой W_{Φ} — это статор. Синхронным он назван потому, что электрическая частота наведенной в фазной обмотке ЭДС e_{Φ} строго соответствует (синхрон-

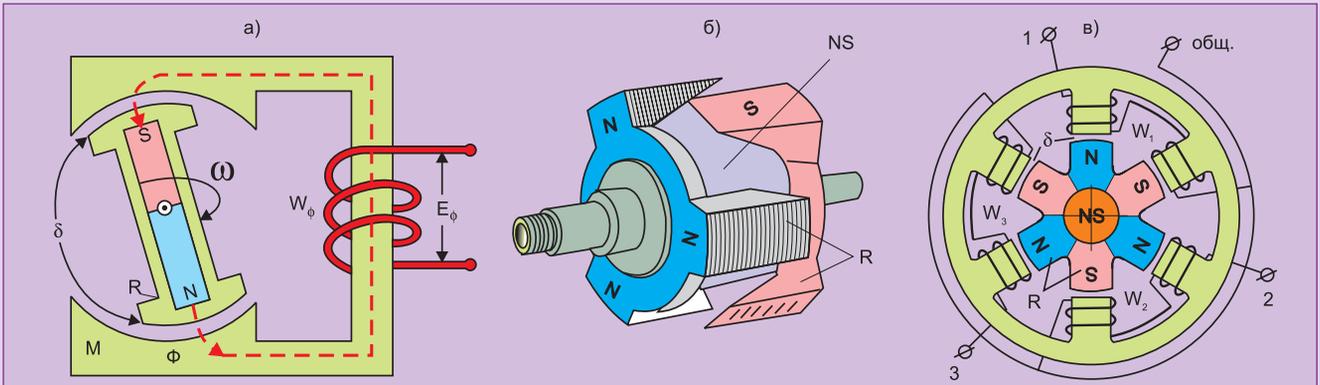


Рис. 1. Бесконтактный генератор переменного тока с возбуждением от постоянного магнита:

а — модель генератора; б — ротор с коаксиальным (цилиндрическим) постоянным магнитом NS и с шестью когтеобразными полюсами; в — шестиполюсный статор с тремя фазными обмотками, соединенными “звездой”; NS — коаксиальный (цилиндрический) постоянный магнит с полюсами N и S; М — магнитопровод статора; R — магнитопровод ротора в виде когтеобразных наконечников из твердой стали; Φ — магнитный поток ротора; δ — воздушный зазор; Wφ — фазная обмотка статора; eφ — ЭДС, наведенная в фазной обмотке; ω — круговая частота вращения ротора; 1, 2, 3, общ. — выводы фазных обмоток, соединенных “звездой”.

на) частоте вращения постоянного магнита.

Так как в данном типе генераторов отсутствует коллекторно-щеточный механизм (КЩМ), то их относят также к группе бесконтактных генераторов переменного тока.

В реальных генераторах переменного тока с постоянными магнитами на роторе используются многополюсная система ротора (рис. 1б) и многофазная (чаще всего трехфазная) система обмоток на статоре (рис. 1в).

При определенной конфигурации полюсных наконечников (на роторе и статоре) можно получить измене-

ние электродвижущей силы генератора по закону синуса:

$$e_{\Phi} = E_{\Phi} \sin \omega t,$$

где $\omega = 2 \pi f$ — круговая, а f — электрическая частота генератора.

Электрическая частота f генератора измеряется в герцах ($1 \text{ Гц} = 1/\text{с} = \text{с}^{-1}$) и связана с числом оборотов (n) ротора генератора выражением $f = p n$, где p — число пар полюсов постоянного магнита ротора.

Ясно, что для генератора, модель которого показана на рис. 1а — число пар полюсов ротора равно единице. В таком случае

$$f_{\Gamma} (\text{Гц}) = n_{\text{R}} (\text{об/с}).$$

Если же постоянный магнит на роторе многополюсный, электричес-

кая частота генератора f_{Γ} (Гц) увеличивается в число пар полюсов. Так, для генератора с тремя парами полюсов на роторе (рис. 1б) электрическая частота в три раза выше частоты генератора, отвечающего модели рис. 1а ($f_{\Gamma} = p n = 3 n$).

Следует заметить, что число N полюсов у ротора с постоянными магнитами может быть только четным, т.е. N всегда равно $2p$, где p — любое целое положительное число (1, 2, 3...).

● Вращающийся постоянный магнит на роторе может быть и электромагнитом. Тогда на ротор помещается обмотка $W_{\text{в}}$ возбуждения.

Вращающаяся обмотка возбуждения соединяется с внешней элект-

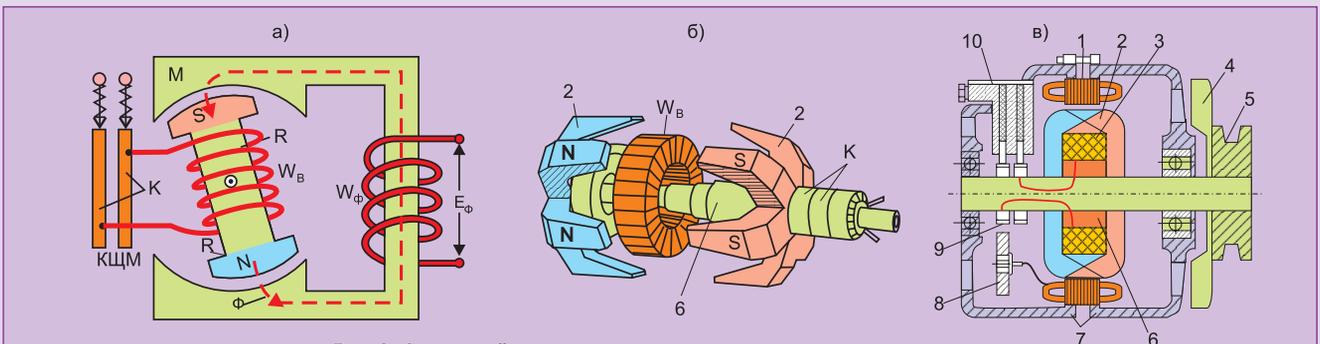


Рис. 2. Синхронный генератор переменного тока с контактными кольцами

(с внешним возбуждением от постоянного напряжения $U_{\text{в}}$) и с клювообразным ротором:

а — модель генератора; б — расчлененный ротор с катушкой возбуждения $W_{\text{в}}$ и с шестью северными N и шестью южными S клювообразными полюсами постоянного электромагнита; в — упрощенная конструкция генератора; 1 — магнитопровод M статора с фазными обмотками $W_{\text{ф}}$; 2 — клювообразные полюсные наконечники ротора; 3 — обмотка возбуждения $W_{\text{в}}$; 4 — крыльчатка вентилятора; 5 — приводной шкив; 6 — магнитопровод R ротора; 7 — корпусные крышки; 8 — встроенный выпрямитель; 9 — контактные кольца K; 10 — щеткодержатель КЩМ со щетками.

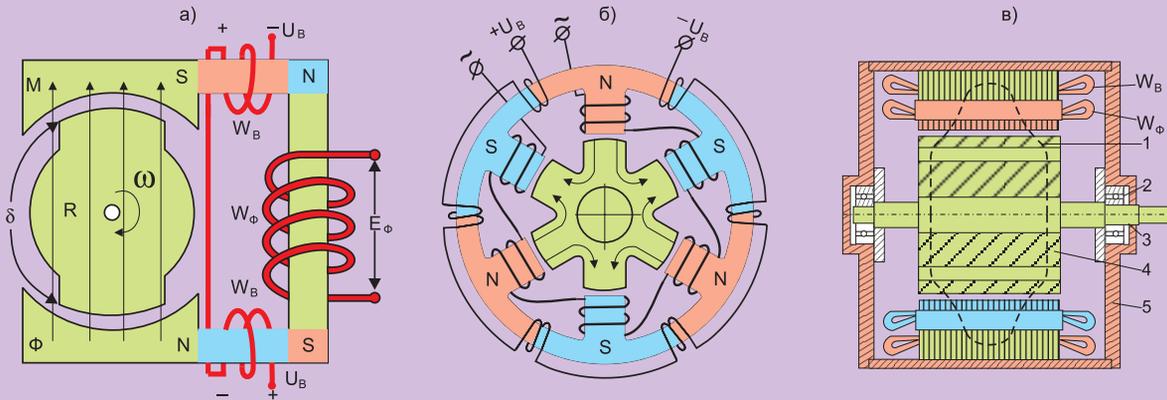


Рис. 3. Индукторный генератор переменного тока с расположением обмоток W_B электромагнитного возбуждения на статоре: а — модель генератора; б — схема соединения обмоток на однофазном статоре; в — упрощенная конструкция генератора; 1 — паз ротора; 2 — подшипник; 3 — вал ротора; 4 — полюс ротора; 5 — корпус генератора; $W_B, W_Φ$ — обмотки возбуждения и фазные.

рической цепью при помощи контактных колец на роторе и неподвижных щеток на крышке генератора, который в таком случае называется генератором переменного тока с контактными кольцами. Модель такого генератора показана на рис. 2а.

Его принципиальным отличием от предыдущего генератора с постоянными магнитами является возможность изменения величины магнитодвижущей силы ротора, что позволяет регулировать величину выходного напряжения генератора. Необходимость управления напряжением автомобильного генератора связана с его работой в условиях непрерывно изменяющихся оборотов ротора. Так как в генераторе с роторной обмоткой возбуждения электродвижущая сила E_g есть функция двух переменных $E_g = f(B, n)$, то увеличение электродвижущей силы при повышении оборотов (n) двигателя внутреннего сгорания можно компенсировать соответствующим уменьшением тока I_B возбуждения в роторной обмотке возбуждения.

Функцию управления $B = f(I_B)$ выполняет регулятор напряжения генератора.

• Возможен и третий вариант конструктивного исполнения автомобильного генератора переменного тока, когда ротором является магнитомякая пассивная ферромасса (например, спрессованный набор

тонких пластин из трансформаторного железа), а обмотка возбуждения постоянного магнита помещена вместе с фазной обмоткой на статоре (рис. 3а).

Такие генераторы называются индукторными и в последнее время находят применение на автомобилях.

3. Получение синусоидальной ЭДС в автомобильных генераторах

Несмотря на простоту приведенных моделей, они позволяют наглядно представить устройство и работу электрогенераторов переменного тока (ГПТ). Вращающаяся часть во всех ГПТ называется ротором R . Неподвижный магнитопровод M с рабочими обмотками $W_Φ$ и W_B называется статором S ; $W_Φ$ — фазная статорная обмотка; W_B — обмотка возбуждения (либо на роторе, либо на статоре). Если ротор выполнен как вращающийся электромагнит, то обмотка W_B называется роторной обмоткой возбуждения.

Два магнитопровода (статорный и роторный) совместно образуют главную магнитную цепь генератора, в замкнутый контур которой обязательно входит воздушный зазор δ между вращающимся ротором и неподвижным статором.

Как в электрической, так и в магнитной замкнутой цепи имеет место закон Ома: $I = U/R$. Только в магнитных цепях под током понимается магнитный поток Φ , под разностью

потенциалов — магнитодвижущая сила (МДС) F , а резистивностью является магнитное сопротивление R_m замкнутой магнитной цепи. Тогда $\Phi = F/R_m = FG_m$.

По аналогии с электрической, магнитная проводимость G_m определяется как обратная величина резистивности: $G_m = 1/R_m = 1/(R_0 + R_\delta)$.

Так как в электрических машинах магнитное сопротивление воздушного зазора R_δ всегда значительно больше магнитного сопротивления R_0 магнитопровода, то вся магнитодвижущая сила главного магнитного поля машины приходится на воздушный зазор.

Тогда, очевидно, что изменение магнитного потока $d\Phi = d(FG_m)$ может иметь место либо при изменении МДС F_δ воздушного зазора, либо при изменении магнитной проводимости G_δ самого воздушного зазора. Возможно также одновременное изменение обоих параметров.

С учетом сказанного, электродвижущая сила, индуцированная в фазной обмотке $W_Φ$ генератора переменного тока, может быть определена так:

$$e_\Phi = -W_\Phi d\Phi/dt = -W_\Phi d(F_\delta G_\delta)/dt \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что ЭДС e_Φ можно вывести в фазной обмотке $W_Φ$ на статоре генератора тремя способами:

- а — изменением МДС F_δ в воздушном зазоре, когда $e_\Phi = -W_\Phi G_\delta (dF_\delta/dt)$;



б — изменением магнитной проводимости G_{δ} воздушного зазора, когда

$$e_{\Phi} = -W_{\Phi} F_{\delta} (dG_{\delta}/dt);$$

в — изменением обоих параметров одновременно, когда

$$e_{\Phi} = -W_{\Phi} (dG_{\delta}/dt) (dF_{\delta}/dt).$$

И то, и другое, и третье можно реализовать вращением ротора относительно неподвижного статора. В этом суть принципа действия любого генератора переменного тока, в котором всегда $e_{\Phi} = W_{\Phi} d\Phi/dt = -W_{\Phi} d\Phi_m \cos \omega t/dt = E_{\Phi m} \sin 2\pi ft$.

4. Конструктивное исполнение генераторов переменного тока

● *Бесконтактный генератор с возбуждением от постоянных магнитов.* В генераторе, выполненном по модели рис. 1а, вращающийся ротор — это постоянный магнит, а фазные обмотки W_{Φ} — это катушки на неподвижном статоре. Такой генератор называется бесконтактным генератором переменного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

В генераторе реализуется принцип $E_{\Phi} = -W_{\Phi} G_{\delta} (dF_{\delta}/dt)$, при неизменяющейся индукции B_R ротора ($B_R = \text{const}$). Он может быть однофазным или многофазным. Генератор прост по конструкции, надежен, не боится грязи, не требует электрического возбуждения, не имеет трущихся электроконтактов, срок службы определяется высыханием изоляции фазных обмоток. Но на современных легковых автомобилях генератор с возбуждением от постоянных магнитов не применяется из-за невозможности строго поддерживать в нем постоянное рабочее напряжение при изменении оборотов двигателя внутреннего сгорания (применяется на тракторах для питания ламп в фарах).

● *Генератор переменного тока с кривообразным ротором и с контактными кольцами,* отвечающий модели рис. 2а имеет многофазный статор, аналогичный вышеописанному (рис. 1а), но ротор генератора имеет некоторые отличия: вместо постоянного цилиндрического магнита NS между кривообразными полюса-

ми установлена обмотка W_B возбуждения (рис. 2б). Обмотка W_B своими выводами подключена к контактными кольцам К, которые в свою очередь через щетки КЩМ соединяются с внешней электрической цепью возбуждения. Таким способом кривообразный ротор становится многополюсным постоянным электромагнитом, магнитодвижущая сила которого ($F = W_B I_B$) может легко регулироваться путем изменения тока I_B возбуждения, что очень важно для автомобильных электрогенераторов. Здесь реализуется принцип $E_{\Phi} = -W_{\Phi} G_{\delta} (dF_{\delta}/dt)$, с управлением индукцией B_R ротора ($B_R = \text{var}$).

Генератор с кривообразным ротором и с контактными кольцами имеет самое широкое применение на современных легковых автомобилях. Упрощенная конструкция такого генератора показана на рис. 2в.

● *Индукторный генератор переменного тока.* На рис. 3а изображена модель индукторного генератора переменного тока. Основным отличием этого генератора является то, что его вращающийся ротор — это пассивная магнитомягкая ферромаасса, а обмотка возбуждения W_B установлена на неподвижном статоре вместе с фазными обмотками W_{Φ} . Для уменьшения магнитных потерь ферромаасса ротора, как и статора, выполнена набором тонких пластин из электротехнической стали. Генератор является бесконтактным.

Работа такого генератора основана на периодическом прерывании постоянного магнитного потока Φ_S статора, что при вращении ротора достигается периодическим изменением величины воздушного зазора между статором и ротором. Ясно, что при этом магнитный поток Φ_S периодически изменяется с частотой, кратной частоте вращения ротора. Таким образом, индукторный генератор является синхронным и управляется по напряжению с помощью изменения тока I_B возбуждения в статорной обмотке W_B .

В индукторном генераторе реализуется принцип получения ЭДС пу-

тем изменения магнитной проводимости G_{δ} в воздушном зазоре:

$E_{\Phi} = -W_{\Phi} F_{\delta} (dG_{\delta}/dt)$, при управлении величиной индукции B_S магнитного поля статора.

Соответствующим подбором конфигурации поверхности пассивного ротора и полюсных наконечников статора можно приблизить периодичность изменения магнитного потока Φ_S к синусоидальному закону, что обеспечивает синусоидальную форму рабочему напряжению генератора: $e_{\Phi} = E_{\Phi} \sin \omega t$.

Индукторный генератор, как и вышеописанные типы генераторов, может быть однофазным или многофазным. Это зависит от числа фазных катушек на статоре, от их расположения и от способа их соединения.

На рис. 3б приведена схема соединения обмоток и их расположения на однофазном статоре индукторного генератора.

Многофазный индукторный генератор, упрощенная конструкция которого показана на рис. 3в, обладает всеми преимуществами бесконтактных генераторов, и в последнее время стал постепенно внедряться в систему электроснабжения современного легкового автомобиля.

Так, Алтайский завод тракторного электрооборудования (АЗТЭ) освоил выпуск ряда бесщеточных индукторных генераторов для легковых автомобилей, которые поставляются в запчасти и имеются в продаже. Для автомобилей ВАЗ этот завод выпускает индукторный генератор с пятифазным статором.

Однако следует заметить, что по таким параметрам как КПД, масса и габариты, индукторные генераторы пока уступают генераторам с контактными кольцами.

5. Выпрямители автомобильных генераторов

Любой современный автомобильный генератор переменного тока обязательно содержит мощное полупроводниковое выпрямительное устройство, смонтированное непосредственно в корпус генератора.

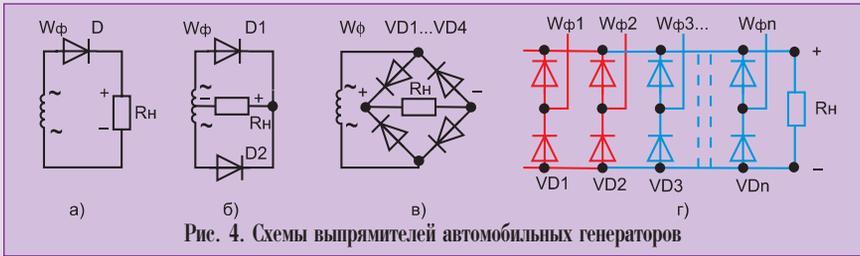


Рис. 4. Схемы выпрямителей автомобильных генераторов

Выпрямитель генератора выполняет функцию преобразования синусоидального напряжения, вырабатываемого генератором, в постоянное напряжение бортовой сети автомобиля.

Простейшее звено выпрямительного устройства — это мощный полупроводниковый диод, который обладает односторонней проводимостью электрического тока. Через такой диод одна полуволна синусоидального напряжения проходит, а другая отсекается. Получается однополупериодное выпрямление однофазного синусоидального напряжения.

При выпрямлении многофазной (например, 3-х фазной) системы напряжений, которую вырабатывает современный автомобильный генератор, для двухполупериодной схемы на каждую фазу требуется по два диода.

Комбинацией полупроводниковых диодов можно создать различные схемы выпрямителей (рис. 4): а — однополупериодную; б — двухполупериодную; в — двухполупериодную мостовую; г — двухполупериодную многофазную.

Наибольшее распространение в автомобильных генераторах пере-

менного тока получили двухполупериодные 3-х фазные выпрямители, собранные по схеме Ларионова (рис. 4г). В этой схеме для каждой фазы генератора имеет место четырехдиодная мостовая сборка (см. красную часть схемы рис. 4г). Такая схема выпрямляет оба полупериода в системе линейных синусоидальных напряжений:

$$U_{\phi 1} = u_1 \sin \omega t$$

$$U_{\phi 2} = u_2 \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$U_{\phi 3} = u_3 \sin (\omega t - 240^\circ).$$

По постоянному току схема Ларионова работает на одну общую нагрузку R_H .

Обмотки статора генератора при этом могут быть включены как “звездой” (рис. 5), так и “треугольником” (рис. 6).

Следует заметить, что когда максимальный ток в одной фазе генератора превышает допустимый ток для одного диода, то каждое плечо выпрямительного моста может содержать два параллельно включенных диода. Тогда в силовой диодной сборке на три фазы в выпрямителе Ларионова устанавливаются 12 диодов.

Все полупроводниковые диоды, которые выпускаются специально

для автомобильных генераторов, имеют корпусную таблеточную конструкцию. Для удобства сборки на радиаторной плате генератора диоды прямой полярности имеют на корпусе положительный электрод, а диоды отрицательной полярности — отрицательный электрод.

В некоторых генераторах для питания

обмотки возбуждения применяется отдельная группа из 3-х дополнительных диодов малой мощности прямого направления (зеленые диоды на рис. 5). Это исключает разряд аккумуляторной батареи полным током обмотки возбуждения при включенном двигателе внутреннего сгорания. К дополнительной диодной сборке подключается и контрольная лампа HL генератора (рис. 5).

В автомобильных генераторах с обмотками статора, включенными по схеме “звезда”, в лучах звезды имеют место третьи гармоники синусоидальных фазных напряжений. Энергия этих гармоник может быть добавлена к общей энергии генератора. Для этой цели между нулевой точкой “звезды” и выводами (+) (-) генератора устанавливаются два дополнительных силовых диода (красные диоды на рис. 5). Мощность генератора при этом увеличивается на 12...15%.

Автомобильные генераторы переменного тока со встроенным выпрямителем часто называют вентильными генераторами. Многофазный выпрямитель вентильного генератора дает высокую частоту и малую амплитуду пульсаций выпрямленного напряжения.

На рис. 6б приведены временные диаграммы фазных напряжений U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} для 3-х фазного статора и их совместное действие на общую нагрузку R_H со стороны постоянного напряжения генератора (огнивающая L).

Следует также заметить, что в современных автомобильных генераторах большой мощности ($P_r \geq 0,9$ кВт) чаще применяется схема включения обмоток статора “треугольником”. При этом линейный ток в плече выпрямителя больше тока в фазной обмотке на величину $\sqrt{3}$, что позволяет применять более тонкий провод для фазных обмоток. Кроме того, значительно упрощается схема контрольной лампы генератора (рис. 6а).

Подавляющее большинство современных автомобильных генераторов несут на своем корпусе микро-

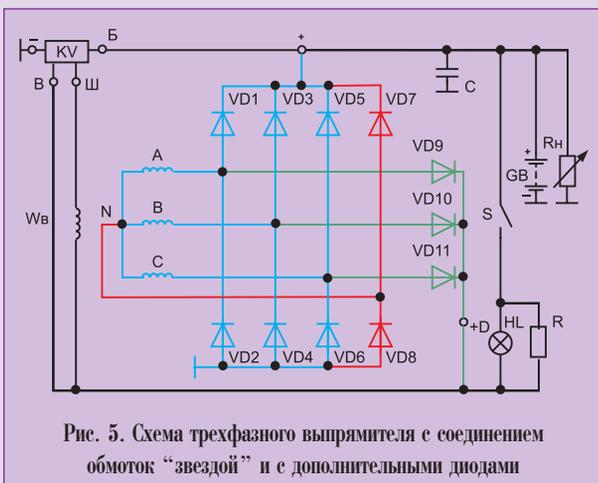


Рис. 5. Схема трехфазного выпрямителя с соединением обмоток “звездой” и с дополнительными диодами

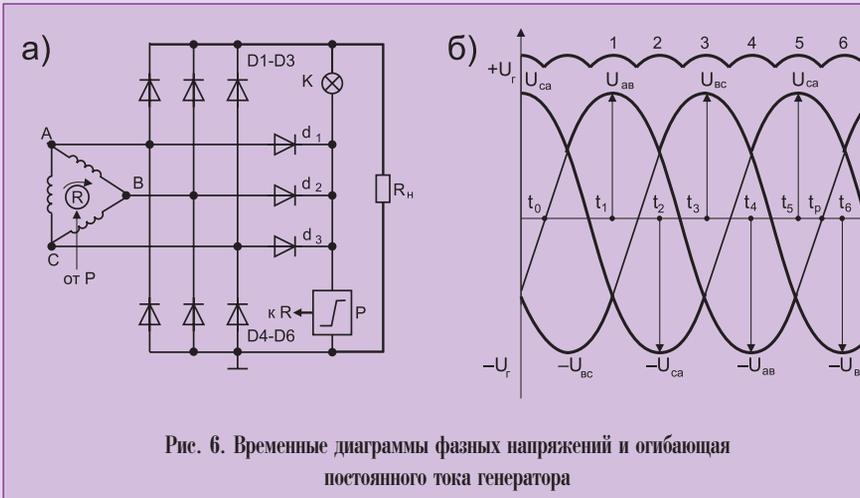


Рис. 6. Временные диаграммы фазных напряжений и огибающая постоянного тока генератора

электронный (интегральный) регулятор напряжения. Этому устройству в дальнейшем будет посвящена отдельная статья.

6. Современные автомобильные генераторы фирмы BOSCH

Фирма Bosch выпускает автомобильные генераторы с 1913 года. Ею освоены все стадии совершенствования этого изделия и в настоящее время она является передовой фирмой на мировом рынке автомобильных генераторов.

Генераторы фирмы Bosch обладают исключительно высокой надежностью и техническим совершенством. При правильной технической эксплуатации они работают не менее 300 тыс. км пробега. По лицензиям и образцам этой фирмы изготавливается подавляющее большинство

автомобильных электрогенераторов нового поколения во всех европейских странах.

● **Генератор KCI14V45/80A** фирмы Bosch, показанный на рис. 7, является последней разработкой фирмы и относится к компактным автомобильным генераторам (Compact Generator). Основные его отличия от традиционного генератора следующие:

а — на валу ротора генератора установлены две крыльчатки вентилятора, которые теперь расположены внутри корпуса генератора с обеих сторон от ротора. Это значительно увеличило воздушный поток охлаждения и при сохранении габаритов генератора его мощность увеличилась на 10...12%;

б — контактные кольца ротора и щеткодержатель вместе с выпрямительным блоком вынесены за периферию тыльной крышки генератора, что позволило уменьшить габариты корпуса генератора, контактные кольца уменьшить в диаметре,

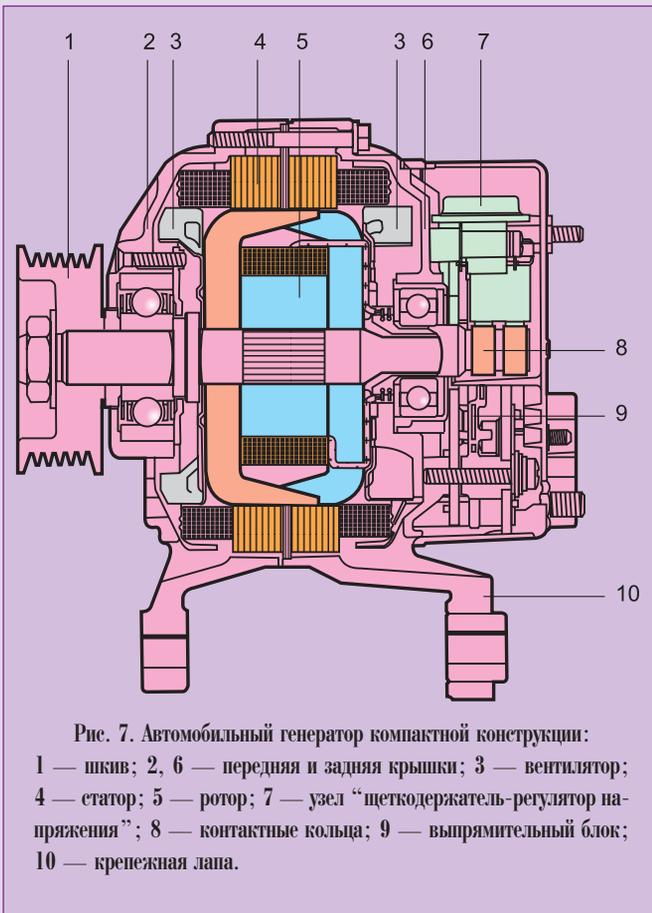


Рис. 7. Автомобильный генератор компактной конструкции:

- 1 — шкив; 2, 6 — передняя и задняя крышки; 3 — вентилятор;
- 4 — статор; 5 — ротор; 7 — узел “щеткодержатель-регулятор напряжения”;
- 8 — контактные кольца; 9 — выпрямительный блок; 10 — крепежная лапа.

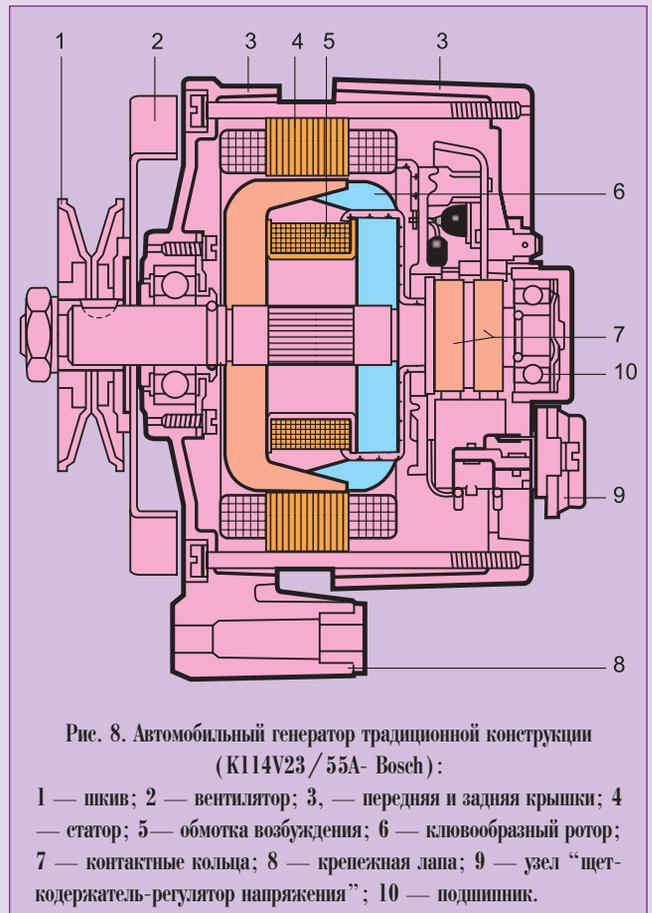


Рис. 8. Автомобильный генератор традиционной конструкции (K114V23/55A- Bosch):

- 1 — шкив; 2 — вентилятор; 3, — передняя и задняя крышки; 4 — статор; 5 — обмотка возбуждения; 6 — клювообразный ротор;
- 7 — контактные кольца; 8 — крепежная лапа; 9 — узел “щеткодержатель-регулятор напряжения”;
- 10 — подшипник.



а подшипник — перенести в воздушный поток охлаждения. Это обеспечило уменьшение износа контактных колец и щеток КЩМ и уве-

личило срок безотказной работы подшипников;

в — привод компактного генератора осуществляется посредством

эластичного клинового (или поликлинового) ремня через проточенный приводной шкив уменьшенного диаметра. Передаточное отношение привода увеличено до 3,5. Это позволяет получать ток заряда аккумуляторной батареи уже при холостых оборотах двигателя внутреннего сгорания.

● *Генератор K114V23/55A фирмы Bosch* показан на рис. 8. Он относится к генераторам традиционной конструкции, которая включает в себя трехфазный статор, включенный “треугольником”, кливообразный ротор с контактными кольцами и с обмоткой возбуждения в виде монолитной катушки, шестидиодный силовой вентильный выпрямитель и дополнительные диоды. На валу ротора со стороны привода установлена крыльчатка вентилятора с приводным шкивом под зубчато-клиновый ремень.

Такая конструкция вентильного генератора переменного тока уже давно стала классической и подавляющее большинство современных легковых автомобилей как зарубежных, так и отечественных, оборудованы такими генераторами.

Комплекующие детали генератора и их взаимное расположение в генераторе показаны на конструктивном чертеже рис. 9. Здесь же приведена электрическая схема генератора.

Окончание следует

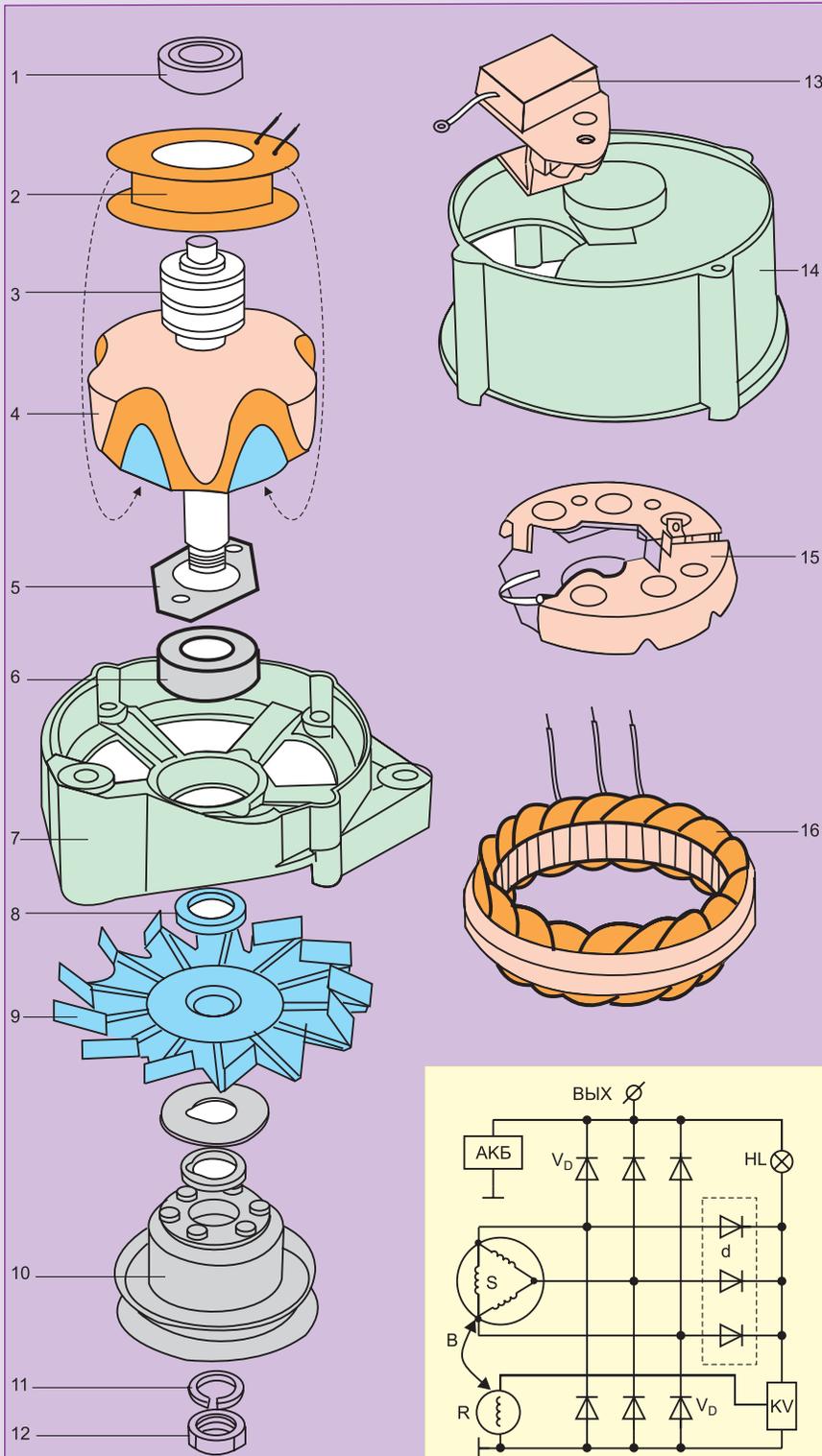


Рис. 9. Конструктивные компоненты генератора K114V23/55A фирмы Bosch

1 — задний подшипник; 2 — обмотка возбуждения трехфазного генератора; 3 — кольцевой коллектор; 4 — ротор (вращающаяся часть) генератора; 5 — крепежная пластина; 6 — передний подшипник; 7 — крышка корпуса генератора; 8 — дистанционная шайба; 9 — крыльчатка вентилятора; 10 — приводной шкив генератора; 11 — гровершайба; 12 — стяжная гайка; 13 — интегральный регулятор KV напряжения; 14 — корпус генератора; 15 — монтажная пластина для полупроводниковых выпрямительных диодов V_D ; 16 — трехфазная статорная обмотка S генератора с магнитопроводом статора; B — магнитное поле между ротором и статором; АКБ — аккумуляторная батарея; d — дополнительная диодная сборка; HL — контрольная лампа генератора; S — статор; R — ротор; V_D — силовые диоды; KV — интегральный регулятор напряжения.