

УДК 629.331(075)

## ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

С. А. СКОРОХОД, Д. А. ВЕРТИНСКИЙ  
(Представлено: В. В. КОСТРИЦКИЙ)

В данной статье описаны принцип работы автомобильных генераторов, назначение его основных узлов, а также особенности устройства генератора, исходя из принципа и условий его работы.

**Введение.** Автомобильный генератор — это устройство, обеспечивающее преобразование механической энергии вращения коленчатого вала двигателя автомобиля в электрическую.

В настоящее время наибольшее распространение получили трёхфазные генераторы переменного тока. Рассмотрим принцип его работы.

**Основная часть.** В основе принципа работы генератора лежит закон электромагнитной индукции. Данный закон был открыт Майклом Фарадеем в 1834 году.

*Электромагнитная индукция* — это явление возникновения тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего его. Величина электромагнитной индукции зависит от: длины проводника, величины магнитного поля, скорости прохождения магнитного поля через проводник.

Чтобы лучше понять явление электромагнитной индукции, можно провести следующий опыт (рисунок 1). Имеется проволока, согнутая в рамку, и постоянный магнит. С концов проволоки снимается осциллограмма выходного напряжения. При вращении магнита, его магнитное поле будет пересекать проволоку, в следствии этого, в ней будет возникать ЭДС. По мере изменения полюса магнита, при его вращении, электроны в проводнике будут двигаться то в одном, то в другом направлении. Поэтому, на концах проволоки будет образовываться переменный ток, что также видно из осциллограммы. Процесс изменения тока происходит по синусоиде.

На данном опыте показана работа примитивного однофазного генератора переменного тока. В реальном генераторе переменного тока неподвижная часть (проволока), в которой происходит процесс электромагнитной индукции, называется статором, а подвижная часть (магнит), которая создаёт магнитное поле, называется ротором.

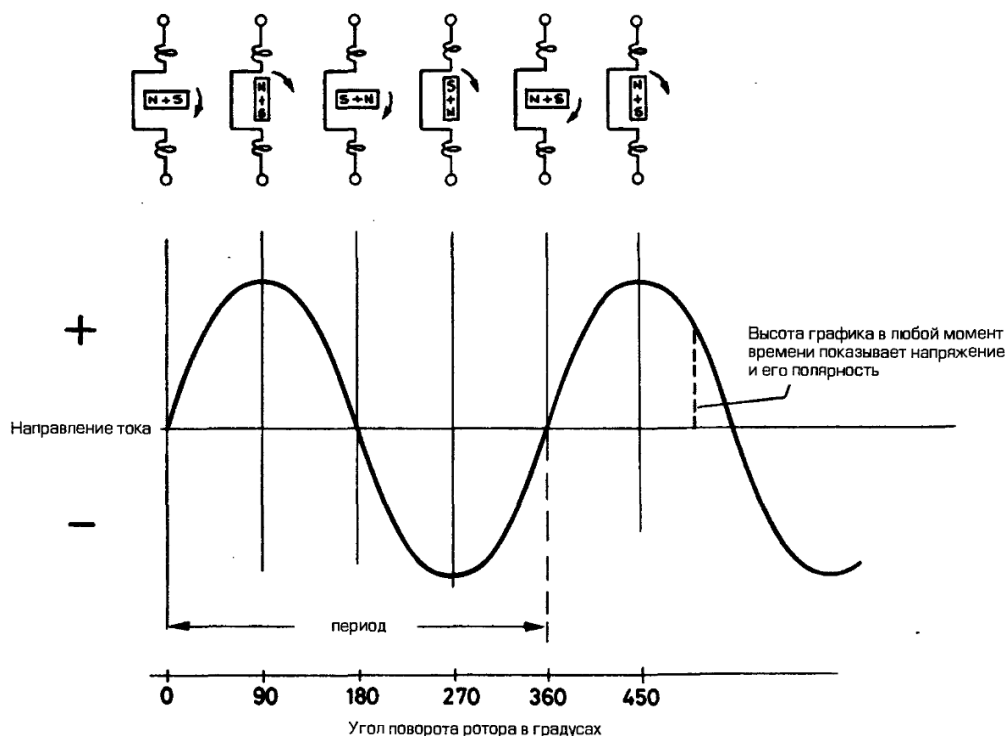


Рисунок 1. – Электромагнитная индукция

Поскольку, как сказано выше, величина электромагнитной индукции зависит от длины проводника, то в реальных генераторах, в качестве проводника, используют длинный провод, смотанный в катушку, разделённую на две пары.

Из осциллограммы видно, что падение напряжения происходит до нуля. Для того, чтобы этого не происходило, в реальных генераторах используют несколько пар катушек, которые смещены друг относительно друга на равные углы (рисунок 2). Таким образом, синусоиды смещены друг относительно друга так, чтобы падение напряжения было минимальным.

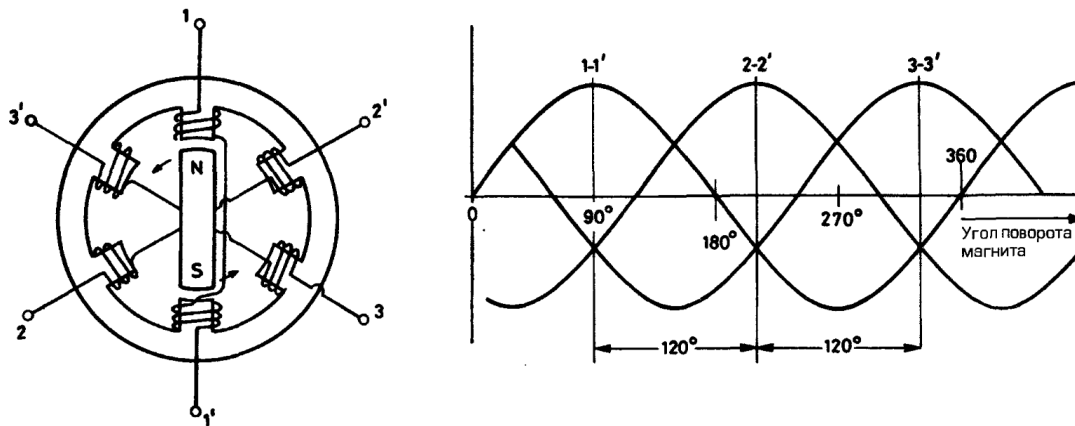


Рисунок 2. – Трёхфазный генератор и осциллограмма выходного напряжения на его выводах

Сердечник статора (металлическая конструкция, в которую укладываются обмотки) набирается из пластин, изолированных друг от друга (рисунок 3). Это сделано для того, чтобы снизить воздействие вихревых токов (токи Фуко), которые бы сильно нагревали сердечник статора. Токи Фуко – вихревые замкнутые электрические токи в проводнике, которые возникают при изменении пронизывающего его магнитного потока.

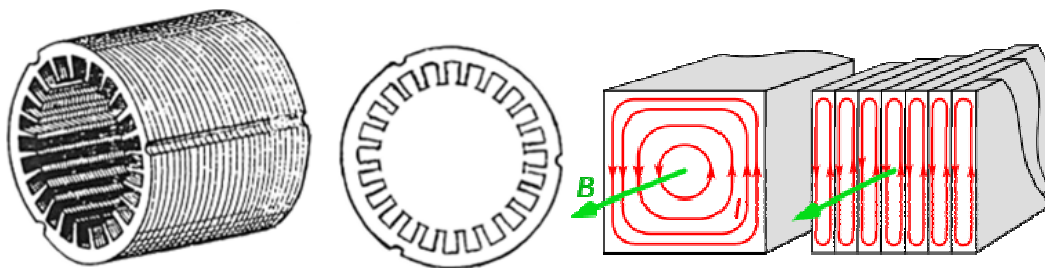


Рисунок 3. – Особенности конструкции сердечника статора

Кроме того, сердечник статора изготавливается из специальной электротехнической стали, которая является ферромагнетиком. Это сделано для того, чтобы усилить магнитное поле.

Ферромагнетики – твердые вещества, обладающие при не слишком высоких температурах самопроизвольной намагниченностью, которая сильно изменяется под влиянием внешних воздействий: магнитного поля, деформации, изменения температуры. К ним относятся: сталь, железо, никель, кобальт, их сплавы. Эти вещества состоят из мелких областей — доменов, которые всегда намагничены, даже при полном отсутствии внешнего поля. Однако, без внешнего поля эти домены ориентированы хаотично, так что в целом образец никакой намагниченности не проявляет. Когда протекающий по катушке электрический ток создаёт внешнее магнитное поле, домены начинают перемагничиваться по полю, и их элементарные токи создают своё собственное магнитное поле, которое оказывается в 10 и даже 100 раз больше исходного внешнего поля. Данный процесс графически изображён на рисунке 4.

В реальном генераторе, в качестве ротора, используется электрический магнит, что позволяет создать более мощное магнитное поле, поскольку, как было сказано выше, величина электромагнитной индукции зависит от величины магнитного поля. Ротор генератора и его устройство представлены на рисунке 5. Питание обмотки возбуждения осуществляется через щётки и контактные кольца. Для того чтобы сконцентрировать магнитное поле электромагнита (рисунок 6), на роторе применяют полюсные наконечники.

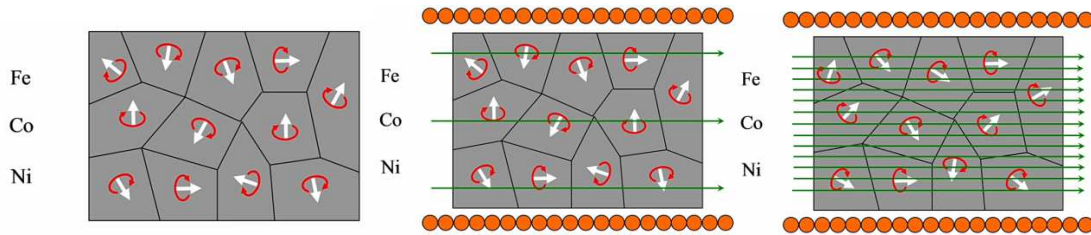


Рисунок 4. – Процесс перемагничивания доменов

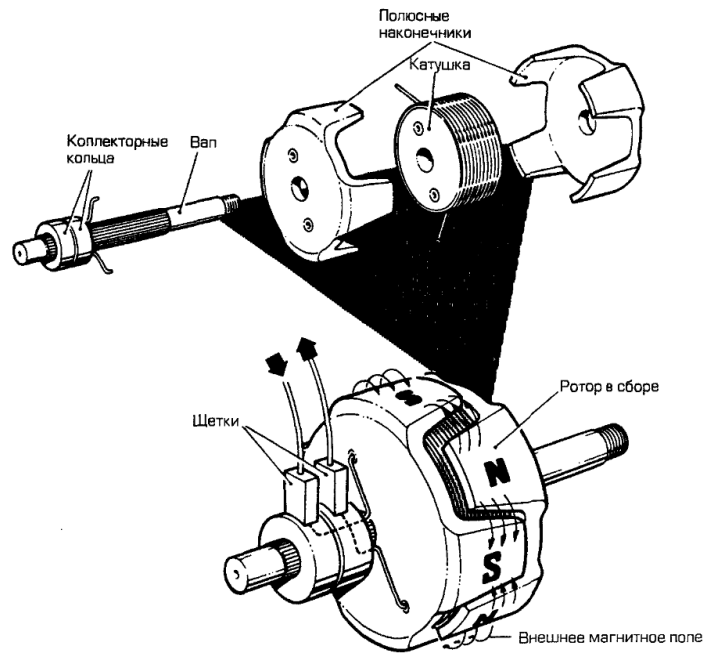


Рисунок 5. – Ротор реального генератора и его устройство

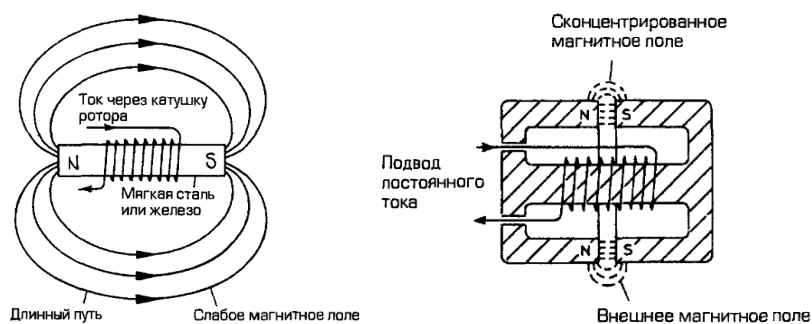


Рисунок 6. – Концентрация магнитного поля

Поскольку вырабатываемый ток является переменным, а в бортовой сети автомобиля используется постоянный, то для того, чтобы преобразовать вырабатываемый переменный ток в постоянный в генераторе имеется диодный мост. Он состоит из полупроводников (диодов), которые соединяются между собой по определённой схеме. На рисунке 7 представлена осциллограмма выходного напряжения при работе диодного моста: при его работе нижние полупериоды переворачиваются и накладываются на верхние. Таким образом, помимо преобразования тока с переменного в постоянный, также ещё уменьшается пульсация выходного напряжения. Такая пульсация незначительна, поэтому этот ток можно использовать в бортовой сети автомобиля, как постоянный.

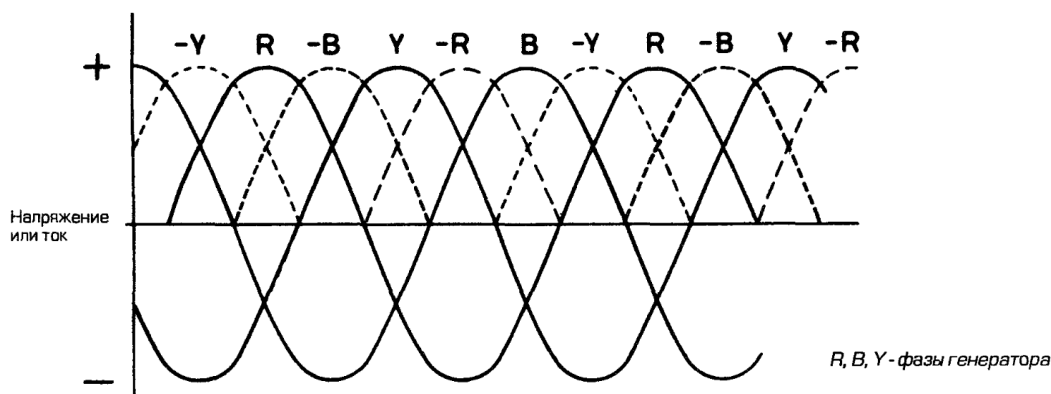


Рисунок 7. – Осциллограмма выходного напряжения при работе диодного моста

Если подавать на обмотку возбуждения ротора один и тот же по величине ток, то, в зависимости от оборотов двигателя, вырабатываемое генератором напряжение будет сильно изменяться по величине, поскольку величина электромагнитной индукции, как говорилось выше, зависит от скорости прохождения магнитного поля через проводник. Для того чтобы вырабатываемое напряжение имело одну и ту же величину, вне зависимости от оборотов, существует регулятор напряжения. Таким образом он поддерживает напряжения бортовой сети автомобиля в заданных пределах во всех режимах работы системы электрооборудования при изменении частоты вращения ротора генератора, электрической нагрузки, температуры окружающей среды.

**Заключение.** В настоящее время существует множество производителей генераторов, различные схемы их компоновок и конструктивных решений, однако принцип их работы одинаков. Знание устройства генератора и процессов, происходящих при его работе, необходимы для грамотной его эксплуатации.

В данной статье мы кратко рассмотрели принцип работы трёхфазного генератора переменного тока и особенности его устройства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ осциллограмм генератора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://injectorservice.com.ua/docs/publications/alternator\\_waveforms\\_analysis\\_perederiy.pdf](https://injectorservice.com.ua/docs/publications/alternator_waveforms_analysis_perederiy.pdf).
2. А. Tranter. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей / А. TranterTranter. – Санкт Петербург: Алфамер, 2001. – 282 с.