

УДК 621.313.322.072.1

*В.Д. Рогачев, А.К. Митин*

## ГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

*Проведено сравнение реле-регуляторов, использующих в своем составе электромагнитное реле и выполненных полностью на электронных элементах. Представлена электрическая принципиальная схема реле-регулятора с ограничителем тока на электронных элементах с описанием ее работы в режиме ограничения напряжения и тока.*

**Ключевые слова:** генераторная установка, реле-регулятор, бортовая сеть автомобиля, система автоматического регулирования, ограничитель тока, регулятор напряжения.

**Введение.** Необходимость улучшения качественных параметров автомобильной техники предъявляет высокие требования к свойствам образцов, как подвергающихся модернизации, так и вновь разрабатываемым. Свойства объектов в значительной степени зависят и определяются уровнем автоматизации процессов функционирования образца в различных условиях эксплуатации. Это наиболее полно проявляется в системах управления, электрооборудования и других системах. Так как большинство задач, связанных с повышением уровня автоматизации, проще и надежнее решается путем использования электрической энергии различного вида и мощности, то развитие и автомобильной техники сопровождается расширением номенклатуры и увеличением мощности электрических приборов, агрегатов, устройств и систем.

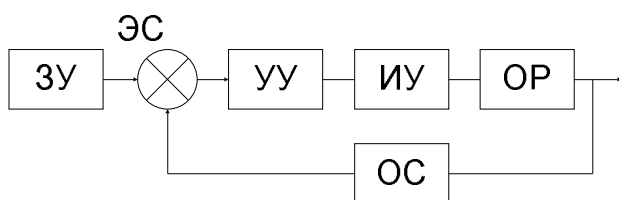
Первичным источником электрической энергии автомобиля является генераторная установка, представляющая собой систему автоматического регулирования, которая поддерживает постоянным напряжение генератора, защищает генератор от обратных токов батареи и производит ограничение тока, так как мощность генератора в автомобиле меньше суммарной мощности приемников. Это сделано для того, чтобы уменьшить габаритные размеры генератора и, соответственно, потери мощности двигателя внутреннего сгорания на его привод. Генераторная установка содержит три регулирующих устройства: регулятор напряжения, поддерживающий напряжение генератора постоянным, реле обратного тока, обеспечивающее защиту генератора от обратных токов аккумуляторной батареи и ограничитель тока, срабатывающий в случае, когда

суммарная мощность приемников электрической энергии больше мощности генератора. В периоды времени, когда мощность электромагнитного генератора не покрывает потребности всех потребителей энергии автомобиля, часть нагрузки берет на себя аккумуляторная батарея. Для компенсации ее разряда генератор должен обеспечивать положительный баланс электрической энергии за определенный период работы автомобиля, то есть вырабатывать за этот период энергии больше, чем требуется для питания всех приемников электрической энергии.

В современной автомобильной технике применяются генераторные установки переменного тока. Такие установки не требуют применения реле обратного тока, так как обмотка статора разделена с аккумуляторной батареей выпрямительными диодами, и имеют самоограничение тока за счет индуктивного сопротивления обмотки статора.

Другой характерной чертой развития электрооборудования является широкое внедрение электронных устройств и приборов, обеспечивающих высокое качество электрической энергии бортовой сети [1].

Стабильность параметров электрической энергии бортовой сети автомобиля зависит от работы ограничителя напряжения и ограничителя тока. Ограничители тока представляют собой систему автоматического регулирования по отклонению. Состав такой системы регулирования приведен на рисунке 1, где введены следующие обозначения: ЗУ – задающее устройство, ЭС – элемент сравнения, УУ – усилительное устройство, ИУ – исполнительное устройство, ОР – объект регулирования, ОС – цепь обратной связи.



**Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматического регулирования ограничителя тока**

Возможны различные технические варианты реализации рассматриваемых систем. Электромеханические ограничители имеют сравнительно невысокую стоимость, хорошую ремонтопригодность и не критичны к перегрузкам, однако в целом значительно менее надежны, чем электронные из-за наличия подвижных и изнашиваемых элементов [2]. Их характеристики недостаточно стабильны, вследствие чего они нуждаются в периодической проверке, регулировке и настройке при эксплуатации. В связи с этим целесообразнее использовать электронные регуляторы и ограничители, в которых электромагнитные реле заменены полупроводниковыми приборами. Электронные элементы обладают меньшей инерционностью при срабатывании ограничителя тока, что создает уменьшение пульсаций напряжения бортовой сети и, следовательно, улучшает качество генерируемого напряжения.

В настоящее время промышленностью выпускается ряд регуляторов, имеющих похожее схемное исполнение и ориентированных на применение в автомобилях общего назначения. Эти генераторные установки содержат генератор переменного тока, имеющий самоограничение по току и рассчитанный на обеспечение суточного положительного баланса. Однако при работе в тяжелых условиях в течение продолжительного времени генератор будет работать в предельном режиме, что может привести к разряду аккумуляторной батареи и выходу генератора из строя. Для автомобилей специального назначения, имеющих большое количество потребителей электрической энергии, требуются генераторы большой мощности, которым необходим ограничитель тока. Так на автомобиле марки МАЗ-543 устанавливается генератор Г261, работающий совместно с контактно-транзисторным реле-регулятором РРР31-М с контактным ограничителем тока. С целью уменьшения габаритных размеров генератора и повышения качества бортовой сети предложен электронный ограничитель тока генераторной установки.

**Основная часть.** Одним из вариантов решения данной проблемы является использование генераторной установки, представленной на ри-

сунке 2, которая состоит из генератора переменного тока 1, подключенного через выпрямитель к аккумуляторной батарее GB1, регулятора напряжения 2, через ключевой транзистор VT5 которого питается обмотка возбуждения L2 генератора. База ключевого транзистора VT5 через два усилительных каскада на транзисторах VT3 и VT4 соединена с выходом измерительного устройства 3, включающего в себя делитель напряжения 4, состоящий из верхнего плеча, образованного дросселем L1 и резистором R1, и нижнего плеча, образованного резистором R2; стабилитроны VD1, VD2 и резистор R4. Делитель напряжения является входом измерительного устройства и включен между плюсовым выводом генератора и отрицательной шиной регулятора напряжения, которая через выключатель SA1 соединяется с корпусом автомобиля [2]. Стабилитроны VD1, VD2 и резистор R4 образуют последовательную цепь, включенную параллельно нижнему плечу делителя напряжения 4. Средняя точка соединения стабилитронов VD1 и VD2 и резистора R4 является выходом измерительного устройства 3. Потенциометр R5 подключен параллельно одному из диодов положительной шины генератора 1, средний вывод потенциометра соединен с базой первого дополнительного транзистора VT2, эмиттер которого подключен к аноду диода, соединенного параллельно с потенциометром R5, а коллектор с базой транзистора VT1 и одним выводом резистора R6, второй вывод которого соединен с минусовой шиной регулятора напряжения 2. Транзистор VT1 совместно с включенным в его коллекторную цепь резистором R3 подключены параллельно верхнему плечу делителя напряжения 4 [3].

Генераторная установка автомобиля работает следующим образом. При включенном выключателе SA1 на регулятор напряжения подается напряжение аккумуляторной батареи. В этом случае напряжение, снимаемое с нижнего плеча делителя напряжения и подаваемое на стабилитроны VD1 и VD2 и резистор R4, будет ниже напряжения пробоя стабилитронов, поэтому напряжение на резисторе R4 и на базе транзистора VT3 будет отсутствовать. В результате чего транзистор VT3 будет закрыт, а транзисторы VT4 и VT5 будут открыты. Через ключевой транзистор VT5 и выключатель SA1 от батареи будет протекать ток обмотки возбуждения генератора и вокруг обмотки возбуждения создается магнитное поле. При вращении ротора генератора последний начинает вырабатывать напряжение, которое подается на делитель напряжения измерительного устройства. И когда напряжение генератора достигнет требуемого уровня, то на-

пряжение на нижнем плече делителя напряжения достигнет напряжения пробоя стабилитронов VD1 и VD2. В результате чего начинает протекать ток через резистор R4 и на базе транзистора VT3 появляется напряжение. Транзистор VT3 открывается, соединяет базу транзистора VT5 с корпусом и транзисторы VT4 и VT5 закрываются. Ток в обмотке возбуждения прекращается и напряжение генератора начинает уменьшаться, что приводит к уменьшению напряжения на делителе напряжения, поэтому стабилитроны VD1 и VD2 закрываются и схема регулятора напряжения возвращается в исходное состояние, когда транзистор VT3 закрыт, а транзисторы VT4 и VT5 открыты, что приводит вновь к увеличению напряжения генератора и в дальнейшем описанный процесс повторяется, поддерживая напряжение генератора на заданном уровне.

При увеличении тока генератора увеличивается ток и падение напряжения на диодах его выпрямительного блока и соответственно величина напряжения на потенциометре R5. Движком потенциометра задается порог открытия транзистора VT2. Когда транзистор VT2 открывается, это приводит к открытию транзистора VT1, который совместно с резистором R3 шунтирует верхнее плечо делителя напряжения, что приводит к увеличению напряжения на нижнем плече делителя напряжения и пробоем стабилитронов VD1 и VD2, открытию транзистора VT3 и закрытию транзисторов VT4 и VT5. В результате ток обмотки возбуждения прекращается, напряжение генератора и его ток уменьшаются, что снова возвращает схему регулятора напряжения в исходное состояние и в дальнейшем процессе повторяется, поддерживая ток генератора на заданном уровне. Регулируя движком величину сопротивления потенциометра R5, можно изменить величину ограничения тока генератора. В момент ограничения тока напряже-

ние генератора становится ниже порога срабатывания регулятора напряжения.

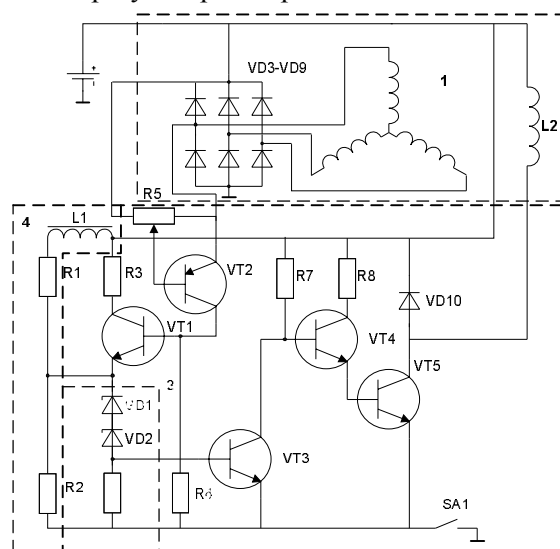


Рисунок 2 – Схема генераторной установки

**Заключение.** Таким образом, в данной генераторной установке ограничение тока происходит за счет электронных средств, что позволяет повысить быстродействие схемы и снизить пульсацию напряжения в бортовой сети при ограничении тока, что повышает качество энергии бортовой сети автомобиля, и исключить в реле-регуляторе электромагнитное реле, составляющее основу ограничителя тока, что упрощает конструкцию реле-регулятора.

#### Библиографический список

1. Данов Б.А., Рогачев В.Д., Шевченко Н.П. Электрооборудование военной автомобильной техники. – Рязань: Военный автомобильный институт, 2005. – 598 с.
2. Данов Б.А. Электрооборудование военной автомобильной техники. – М.: Воениздат, 1988. – 331 с.
3. Патент №2305362 С1 РФ. Генераторная установка автомобиля/ Рогачев В.Д., Ивлев Н.С.