

Заключение

Анализ осциллограмм позволяет сделать следующие выводы:

1. Изменение напряжения источника питания (аккумуляторной батареи) находятся в прямой зависимости от величины тока, потребляемого автономным компрессором;
2. Ток нагрузки, протекающий в обмотках двигателя постоянного тока, имеет импульсный характер. Это объясняется принципом работы нагрузки двигателя (рабочей машины) – кривошипно-шатунного механизма;
3. В режиме холостого хода компрессора амплитуда тока достигает 1А, при средней нагрузке (около 3 атм.) – 1,5А, при максимальном давлении в 6 атм. – 2,5А;
4. В режиме короткого замыкания по воздушному тракту $I_{max} = 3,5А$;
5. По мере увеличения нагрузки (давления) скорость вращения двигателя и компрессора уменьшается, что отрицательно сказывается на производительности устройства.
6. Использование в составе компрессора приёмника воздуха (ресивера) существенно снижает общую электромеханическую нагрузку на устройство. При этом уменьшается пульсация давления на выходе воздушного тракта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление электроприводами // М. : Высшая школа, 1979.
2. Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода // М.–Л. : ГЭИ, 1963.

А.М. МАРКОВ, Ю.А. РОДИОНОВ

**ОПТИМИЗАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ БОРТОВОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЯ**

В статье рассматриваются меры и предлагаются технические решения, позволяющие повысить стабильность электрического напряжения бортовой сети отечественных легковых автомобилей.



Напряжение бортовой сети автомобиля и его стабильность при различных режимах работы двигателя внутреннего сгорания оказывают существенное влияние на надежность работы всего электрооборудования в течение всего времени эксплуатации. Резкое изменение напряжения во время переходных режимов негативно сказывается на работе аккумуляторной батареи, а также всех работающих в это время потребителей энергии. Система стабилизации напряжения бортовой сети позволяет в известной мере исправить ситуацию, но кратковременное «проседание» напряжения всё равно составляет 2-3 вольта.

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 регуляторами.

Полупроводниковые бесконтактные электронные регуляторы, как правило, встроены в генератор и объединены со щётчным узлом [1]. 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 (АКБ), в зависимости от температуры воздуха в подкапотном пространстве для оптимального заряда АКБ. Чем ниже температура воздуха, тем большее напряжение должно подводиться к батарее и наоборот. Величина термокомпенсации достигает до 0,01 В на 1°С. Некоторые модели выносных регуляторов (2702.3702, РР-132А, 1902.3702 и 131.3702) имеют ступенчатые ручные переключатели уровня стабилизированного напряжения (зима/лето).

В настоящее время все генераторные установки оснащаются полупроводниковыми электронными регуляторами напряжения, как правило, встроенными внутрь генератора. Схемы их исполнения и конструктивное оформление могут быть различными, но принцип работы у всех регуляторов одинаков. Напряжение генератора без регулятора зависит от частоты вращения его ротора, магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения, а, следовательно, от силы тока в этой обмотке и величины тока, отдаваемого генератором потребителям. Чем больше частота вращения и сила тока возбуждения, тем больше напряжение генератора, чем больше сила тока его нагрузки - тем меньше это напряжение.

Функцией регулятора напряжения является стабилизация напряжения при изменении частоты вращения и нагрузки за счет воздействия на ток возбуждения. Конечно, можно изменять ток в цепи возбуждения введением в эту цепь дополнительного резистора, как это делалось в прежних вибрационных регуляторах напряжения, но этот способ связан с потерей мощности в этом резисторе и в электронных регуляторах не применяется. Электронные регуляторы изменяют ток возбуждения путем включения и отключения обмотки возбуждения от питающей сети, при этом меняется относительная продолжительность времени включения обмотки возбуждения. Если для стабилизации напряжения требуется уменьшить силу тока возбуждения, время включения обмотки возбуждения уменьшается, если нужно увеличить – увеличивается.

Принцип работы электронного регулятора удобно продемонстрировать на достаточно известной схеме регулятора типа ЕЕ14V3, представленной на рисунке 1.

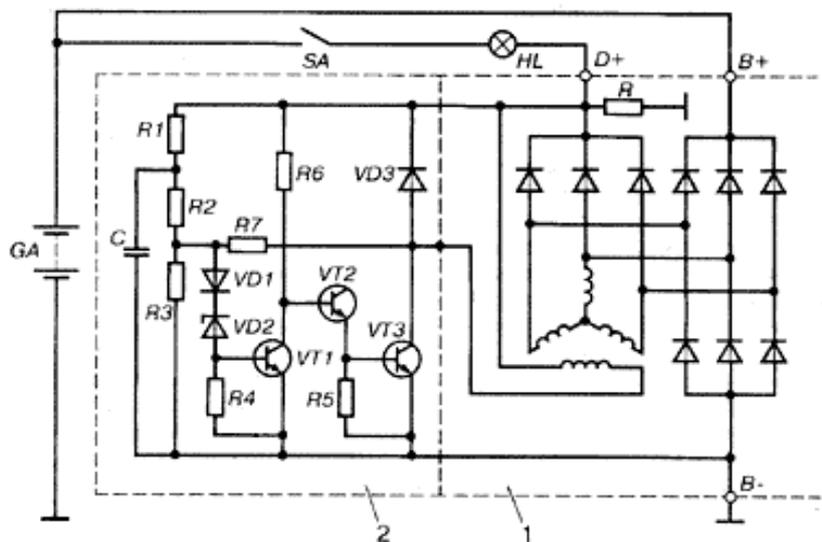


Рисунок 1. Схема регулятора напряжения ЕЕ14V3.

1 – генератор, 2 – регулятор напряжения.

Напряжение к стабилитрону VD₂ подводится от вывода генератора «D+» через делитель напряжения на резисторах R₁-R₃ и диод VD₁, осуществляющий температурную компенсацию. Пока напряжение генератора невелико и напряжение на стабилитроне ниже его напряжения стабилизации, стабилитрон закрыт, через него, а, следовательно, и в базовой цепи транзистора VT₁ ток не протекает, транзистор VT₁ также закрыт. В этом случае ток через резистор R₆ от вывода «D+» поступает в базовую цепь транзистора VT₂, который открывается, через его переход эмиттер-коллектор начинает протекать ток в базе

транзистора VT_3 , который также открывается. При этом обмотка возбуждения генератора оказывается подключена к цепи питания через переход эмиттер-коллектор VT_3 .

Если напряжение генератора возросло, например, из-за увеличения частоты вращения его ротора, то возрастает и напряжение на стабилитроне VD_2 . При достижении этим напряжением величины напряжения стабилизации, стабилитрон VD_2 «пробивается», ток через него начинает поступать в базовую цепь транзистора VT_1 , который открывается и своим переходом эмиттер-коллектор шунтирует вывод базы составного транзистора VT_2, VT_3 на «массу». Составной транзистор закрывается, разрывая цепь питания обмотки возбуждения. Ток возбуждения падает, уменьшается напряжение генератора, закрываются стабилитрон VD_2 , транзистор VT_1 , открывается составной транзистор VT_2, VT_3 , обмотка возбуждения вновь включается в цепь питания, напряжение генератора возрастает и процесс повторяется. Таким образом, регулирование напряжения генератора регулятором осуществляется дискретно через изменение относительного времени включения обмотки возбуждения в цепь питания [2].

Кроме оптимальной работы регулятора, на величину «проседания» напряжения при изменении силы тока или параметров работы двигателя внутреннего сгорания, а соответственно и генератора, существенное значение на работу системы в целом имеет и состояние аккумуляторной батареи. Сюда можно отнести длительность эксплуатации, состояние пластин (разрушение, сульфатация, короткие замыкания), физико-химические параметры электролита и т.д. Поэтому представляется крайне привлекательным увеличение срока эксплуатации аккумуляторной батареи и всего электрооборудования автомобиля в целом.

С целью снижения пиковых нагрузок на АКБ, параллельно аккумулятору и в непосредственной близости от него был смонтирован специальный конденсатор (ионистор) C ёмкостью 1 Ф, включающий в свою конструкцию элементы коммутации (подключения) и токоограничения. Были проведены следующие эксперименты на натурном объекте (легковом автомобиле) с осциллографированием величины и формы напряжения бортовой сети: пуск холодного двигателя (АКБ); пуск прогретого двигателя (АКБ); пуск холодного двигателя (АКБ+С); пуск прогретого двигателя (АКБ+С); работа холодного двигателя под нагрузкой (АКБ); работа прогретого двигателя под нагрузкой (АКБ); работа холодного двигателя под нагрузкой (АКБ+С); работа прогретого двигателя под нагрузкой (АКБ+С); работа двигателя без АКБ; работа двигателя без АКБ (только +С).

Наиболее характерные осциллограммы экспериментов и пояснения к ним представлены на рисунках 2-11.

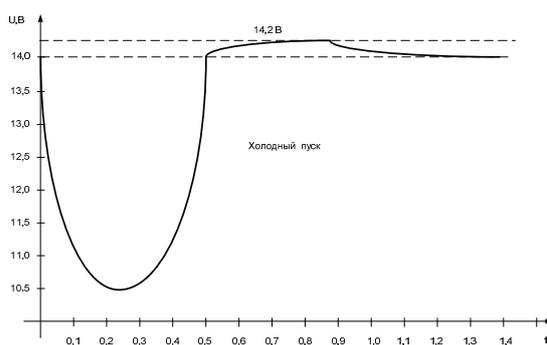


Рис. 2. Пуск холодного двигателя (АКБ)

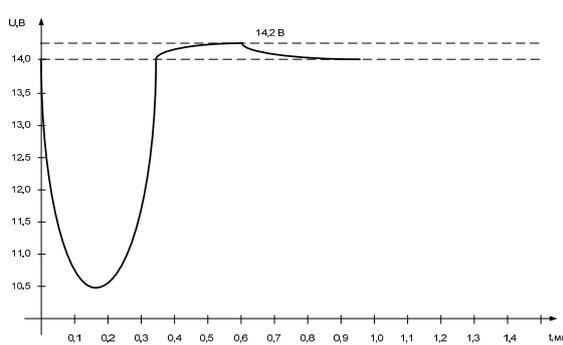


Рис. 3. Пуск прогретого двигателя (АКБ)

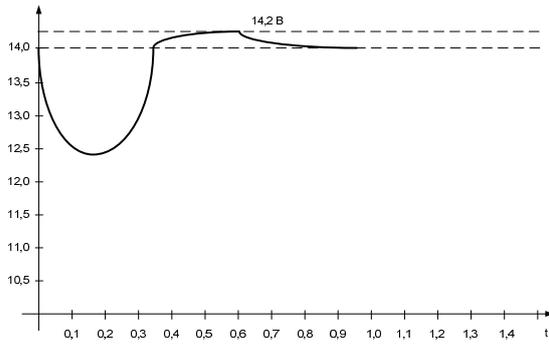


Рис. 4. Пуск холодного двигателя (АКБ+С)

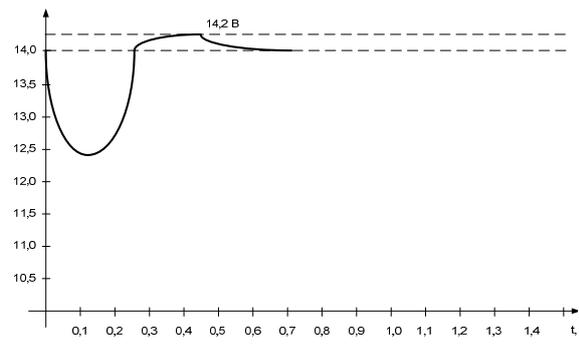


Рис. 5. Пуск прогретого двигателя (АКБ+С)

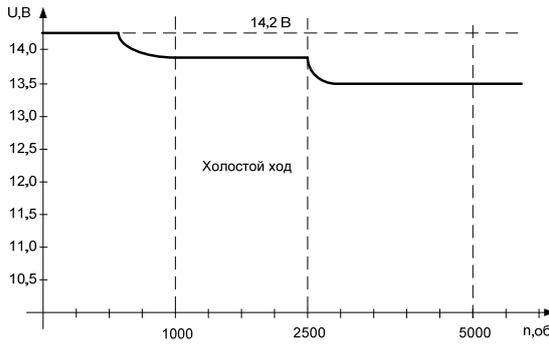


Рис. 6. Работа без нагрузки (АКБ)

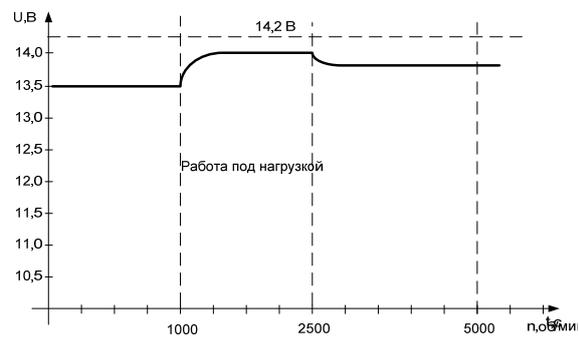


Рис. 7. Работа под нагрузкой I=40А (АКБ)

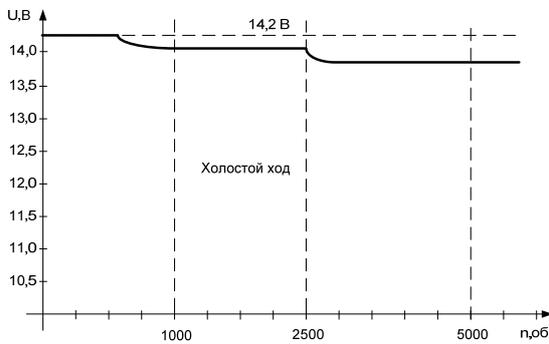


Рис. 8. Работа без нагрузки (АКБ+С)

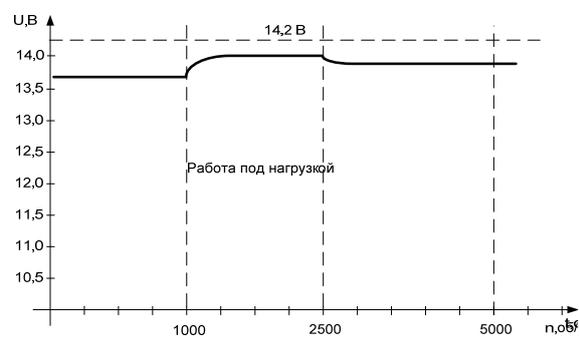


Рис. 9. Работа под нагрузкой I=40А (АКБ+С)

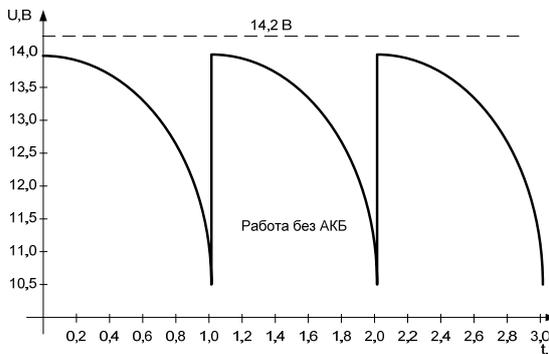


Рис. 10. Работа двигателя без АКБ

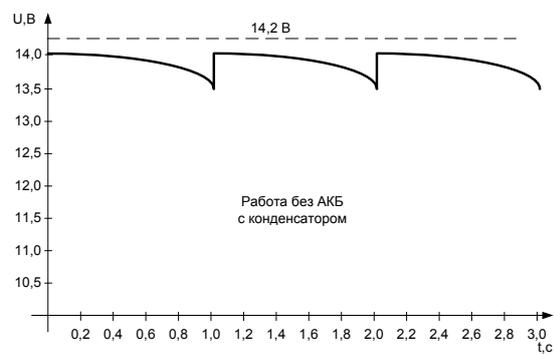


Рис. 11. Работа двигателя без АКБ (+С)

Заключение

Анализ представленных осциллограмм позволяет сделать следующие выводы:

1. Пуск в ход холодного двигателя внутреннего сгорания длится в течение 0,4 с. Напряжение бортовой сети при этом понижается с 14,0 В до 10,5 В.
2. Пуск в ход прогретого двигателя длится 0,3с. Напряжение понижается до 11,0 В.
3. Применение дополнительного конденсатора С ёмкостью 1 Ф и блоком токоограничения позволило уменьшить изменение напряжения во время пуска двигателя до 12,5 В.
4. При работе под нагрузкой $I=40$ А холодного двигателя напряжение бортовой сети составляет 13,5 В, прогретого – 13,7 В.
5. Применение дополнительного конденсатора С при $I_n=40$ А позволило повысить напряжение до 13,8 В на холодном двигателе и до 13,95 В – на прогретом.
6. Осциллограммы позволяют сделать вывод о корректной работе системы автоматического регулирования напряжения при изменении частоты вращения двигателя.
7. Применение дополнительного конденсатора С позволило существенно снизить диапазон изменения напряжения при различных режимах работы.
8. Применение электронной системы стабилизации напряжения и дополнительного конденсатора С, присоединенного параллельно АКБ, позволило существенно улучшить параметры стабилизации напряжения бортовой сети легкового автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление электроприводами // М. : Высшая школа, 1979.
2. Волотковский С.А. Типовой электропривод промышленных установок // К. : Высшая школа, 1983.