

Автомобильный генератор с выпрямителем на транзисторах

д.т.н. проф. Лохнин В.В., к.т.н. доц. Кецарис А.А.

Университет машиностроения

8 (495) 223-05-23 доб. 1527

Аннотация. В статье показаны возможности бесконтактной автомобильной генераторной установки, включающей синхронный генератор на постоянных магнитах и трехфазный мостовой выпрямитель, выполненный на транзисторах.

Ключевые слова: постоянные магниты, синхронный генератор, выпрямитель на транзисторах, активный и ключевой режимы транзистора.

Введение

К автомобильным генераторным установкам предъявляются следующие основные требования: надежность, которая, в первую очередь, при тяжелых условиях эксплуатации (загрязненность, запыленность, ударные нагрузки и т.д.) обеспечивается бесконтактным вариантом исполнения генераторной установки, простота конструкции (в особенности конструкции индуктора), невысокая стоимость и минимальные масса и габариты.

С появлением постоянных магнитов с высокой магнитной энергией, таких как ниодим – железо – бор, вышеуказанные требования достаточно легко выполняются исполнением генератора с возбуждением от постоянных магнитов, размещенных на роторе генератора.

Основным недостатком генераторов с возбуждением от постоянных магнитов является сложность стабилизации его выходного напряжения. Известные методы стабилизации, например, шунтированием магнитного потока постоянного магнита или использованием дополнительной обмотки возбуждения, приводят к усложнению конструкции генератора, увеличению его массы, габаритов и увеличению стоимости.

Стандартная автомобильная генераторная установка содержит генератор, диодный выпрямитель и фильтр, сглаживающий пульсации напряжения. Если в этой структуре использовать генератор с постоянными магнитами совместно с выпрямителем на транзисторах, то можно получить генераторную установку, удовлетворяющую вышеуказанным требованиям с необходимой стабилизацией выходного напряжения.

Автомобильный генератор с выпрямителем на транзисторах

Автомобильный генератор постоянного тока содержит трехфазный синхронный генератор с электромагнитным возбуждением, выпрямитель на диодах и фильтр (рисунок 1).



Рисунок 1. Блок-схема автомобильной генераторной установки.

Напряжение на нагрузке стабилизируется изменением тока возбуждения генератора. Бесконтактный вариант такой генераторной установки содержит синхронную машину с возбуждением от постоянных магнитов, обеспечивающую бесконтактный вариант исполнения, надежное возбуждение и отсутствие потерь на него.

Стабилизация выходного напряжения регулированием магнитного потока постоянных магнитов значительно усложняет конструкцию генератора, а выполнение выпрямителя на тиристорах – установки сглаживающего напряжения фильтра, сравнимого по габаритам с генератором [1].

Если выполнить выпрямитель на полностью управляемых ключах (транзисторах), то стабилизацию выходного напряжения можно осуществить с помощью выпрямителя. Для стабилизации напряжения транзисторами выпрямителя можно использовать активный и ключевой режимы его работы. В активном режиме работы каждый транзистор выпрямителя

является транзисторным стабилизатором непрерывного действия [2], принципиальная схема которого показана на рисунке 2.

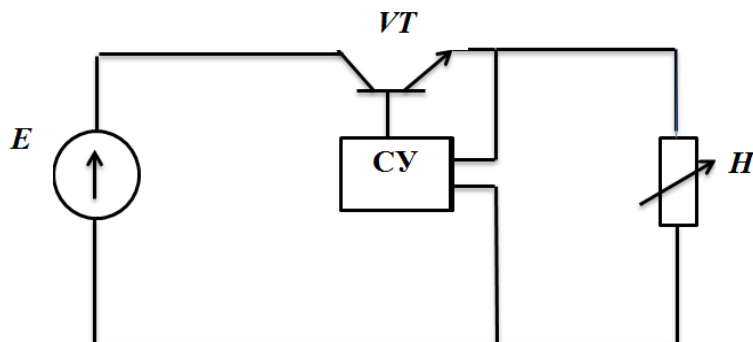


Рисунок 2. Транзисторный стабилизатор-фильтр непрерывного действия:
E – источник однополярных импульсов; VT – транзистор, работающий в активном режиме; СУ – система управления; H – нагрузка.

Мощность такой генераторной установки определяется способностью отвода тепла от транзисторов и, как правило, ограничивается мощностью до 1 кВт. Отметим, что выпрямитель на транзисторах, работающих в активном режиме, является и транзисторным фильтром и, следовательно, в блок-схеме (рисунок 1) блоки «выпрямитель» и «фильтр» совмещены в одном.

Для более мощных генераторных установок стабилизацию напряжения целесообразно осуществлять ключевым режимом работы транзисторов, например, широтно-импульсной модуляцией. Блок-схема, соответствующая этому случаю, показана на рисунке 3.

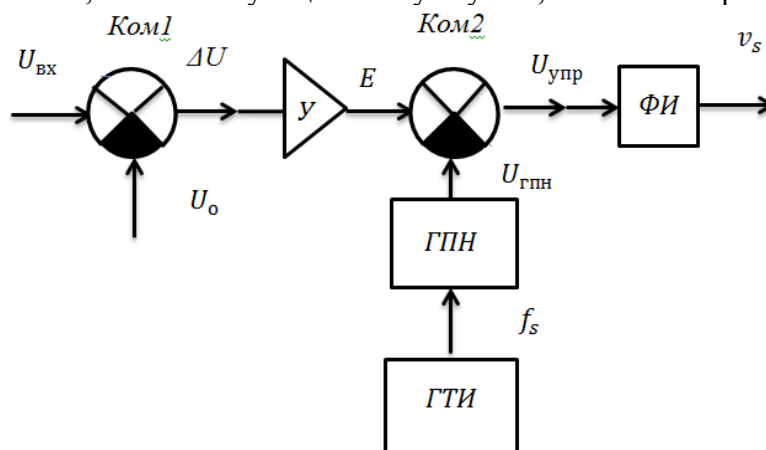


Рис. 3. Структурная схема широтно – импульсной модуляции автомобильной генераторной установки.

В этой схеме выходное напряжение генератора поступает на вход компаратора *Ком1*, где сравнивается с эталонным сигналом U_0 . Разность сигналов $\Delta U = U_0 - U_{вх}$ усиливается усилителем U . Выходной сигнал усилителя E поступает на компаратор *Ком2*, где сравнивается с сигналом пилообразной формы $U_{ГПН}$. Этот сигнал формирует генератор тактовых импульсов *ГТИ* и пилообразным напряжением *ГПН*. Генератор *ГТИ* задает рабочую частоту f_s переключения транзистора (несколько десятков кГц). Разность сигналов E и $U_{ГПН}$ с выхода компаратора *Ком2* поступает на формирователь импульсов *ФИ*, на выходе которого формируются импульсы управления транзисторами U_s . Параметры сглаживающего фильтра можно определить по методике, изложенной в [3].

Выводы

1. Успехи в развитии полупроводниковой базы позволили разработать транзисторы на десятки ампер и выше. Кроме того, современные высокоэнергетические постоянные магниты позволили минимизировать массу и габариты генератора в бесконтактном варианте

исполнения.

2. Следует признать перспективной разработку автомобильной генераторной установки по схеме: генератор с постоянными магнитами, управляемый выпрямитель на транзисторах и сглаживающий фильтр.
3. Для мощностей генераторной установки менее 1 кВт целесообразно использовать активный режим работы транзисторов. Для мощностей генераторной установки более 1 кВт необходимо использовать ключевой режим работы транзисторов.

Литература

1. Лохнин В.В. Высокоиспользованные магнитоэлектрические машины. Реферат дисс. на соиск. уч. степени д.т.н., М., МАИ, 1998.
2. Электрические и электронные аппараты. Учебник для вузов, под ред. Ю.К. Розанова, М., Энергоатомиздат, 1998, 752с.
3. Лохнин В.В., Колесник Н.А., Марсов В.И., Магнитоэлектрические машины на современных автотранспортных средствах, Известия МГТУ «МАМИ», 2015, №2 (24) т.1.

Система электростартерного пуска с различными источниками тока

к.т.н. Малеев Р.А., Гулин А.Н., Мычка Н.В., Кузнецова Ю.А.
Университет машиностроения (МАМИ)
8 (495) 223-05-23, доб. 1574

Аннотация. В работе проводится анализ различных типов емкостных накопителей энергии при их использовании в системах электростартерного пуска автотракторных двигателей.

Ключевые слова: система электростартерного пуска, емкостной накопитель энергии, аккумуляторная батарея, энергия, независимое возбуждение.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) автотракторных средств (АТС) оборудуются системами электростартерного пуска (СЭП) в которых источником тока (ИТ) является стартерная аккумуляторная батарея (АБ). Для пуска ДВС требуется сравнительно небольшое количество энергии. Но для того, чтобы эта энергия была выделена в течение небольшого промежутка времени (до 45 с). ИТ должен развивать определённую мощность.

Свинцовые стартерные АБ имеют весьма высокую удельную энергию (свыше 200 Дж/см³), но низкую удельную мощность. Поэтому для обеспечения надёжного пуска ДВС при низких температурах приходится применять АБ большой номинальной ёмкости со значительным запасом неиспользуемой электрической энергии. Запасённую в АБ энергию при температурах (-20-30°C) и высоких стартерных токах разряда можно использовать не более, чем на 5-10%. АБ не может быть использована для пуска ДВС в наиболее тяжёлых эксплуатационных условиях. При низких температурах отдача АБ по энергии может снизиться настолько, что пуск ДВС становится невозможным. Это связано с резким увеличением внутреннего сопротивления АБ [1].

Указанная особенность эксплуатации стартерных АБ на АТС привела к техническому решению, применяемому в силовой энергетике: включение в СЭП промежуточного накопителя энергии, преобразующего энергию АБ в мощный импульс тока. Это позволяет в начальный период пуска повысить частоту вращения коленчатого вала ДВС при неизменных параметрах АБ или вращать вал с той же средней частотой при использовании АБ меньшей ёмкости, ограниченной только по условию обеспечения необходимого баланса электроэнергии на автомобиле.

При небольшой удельной энергии высокими показателями по удельной мощности обладает емкостный накопитель энергии (НЭ). НЭ способны быстро накапливать и отдавать накопленную энергию. Время заряда и разряда НЭ определяется в основном параметрами зарядной и разрядной цепей. Это позволяет ионизировать их в качестве промежуточных ИТ в СЭП. Перед пуском ДВС НЭ в течение 30-90 с заряжается от АБ и затем в течение значи-