

УДК 621.373

Выведение аккумулятора на рабочий режим, при экстремальных климатических условиях

Видякин С.И., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Радиоэлектронные системы»*

Аристова В.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Радиоэлектронные системы»*

Алёшин А.В., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Радиоэлектронные системы»*

*Научный руководитель: С.С. Гончаров,
главный конструктор ООО «УКЛАД»*

demin@bmstu.ru

В холодное время года пуск двигателей разнообразной техники очень осложнен. Причинами осложнения пуска двигателя являются:

- охлаждение смазывающих веществ, повышение их вязкости и как следствие сложность при начальном вращении;
- охлаждение автономного источника питания приводит к увеличению внутреннего сопротивления и соответственно уменьшения максимального пускового тока. Пусковой ток становится не достаточным для прокручивания замерзшего двигателя;
- при низкой температуре осложнено испарение горючего.

Мы остановимся на проблеме «замерзания» бортового источника автономного питания. В современной технике для запуска двигателей, как правило, применяются автономные источники питания, построенные на химическом принципе накопления энергии (аккумуляторы).

Остановимся на народном заблуждении автолюбителей, которое гласит: если аккумулятор охладить, то запасенная энергия в нём «улетучится», «при охлаждении аккумулятор теряет свою ёмкость». Действительно, при охлаждении аккумулятор теряет свою ёмкость, но основная причина кроется не в этом, так же уменьшается саморазряд

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/615643.html>

аккумулятора. Основное заблуждение состоит в том, что при охлаждении аккумулятора запасённая энергия в нём пропадает, что противоречит закону сохранения энергии. Почему тогда аккумулятор не даёт нужного нам тока? Причина этому - рост внутреннего сопротивления аккумулятора при уменьшении температуры.

Скорость химической реакции, а как следствие и количество выдаваемой энергии в единицу времени, описывается правилом Вант-Гоффа - при повышении температуры на 10К скорость химической реакции возрастает в 2-4 раза (формула 1).

$$v_2 = v_1 * \gamma^{\frac{(T_2 - T_1)}{10}}, \quad (1)$$

где v_1 , v_2 – скорость до и после повышения температуры соответственно, γ – температурный коэффициент реакции, лежит в пределах от 2 до 4, T_1 , T_2 – температуры до и после реакции в (К) соответственно.

Из формулы 1 видно, что при увеличении температуры на каждые 10К скорость реакции, а так же количество отдаваемой энергии в единицу времени (ток), увеличится в 2-4 раза.

В настоящее время существует два способа подогрева аккумулятора.

Первый способ заключается во внешнем нагреве аккумулятора источником тепла. В качестве внешнего источника тепла подразумевается тасольная трасса автомобиля, подогреваемая предпусковым подогревом двигателя, или электрический внешний подогрев. На нагрев аккумулятора внешним нагревателем потребуется очень много энергии, это связано с тем, что как правило корпус аккумулятора сделан из пластмассы, которая имеет очень низкий коэффициент теплообмена, и почти все подводимое тепло будет рассеиваться в атмосферу посредством конвекции.

Второй способ – подогрев аккумулятора за счет внутреннего сопротивления, которое, с «электрической» точки зрения, мешает аккумулятору выдать нужный ток. Внутреннее сопротивление расположено последовательно с генератором ЭДС (рисунок 1) и, при прохождении тока в нагрузке, ток протекает через внутреннее сопротивление, по закону Ома на сопротивление выделяется мощность (формула 2):

$$W = I^2 * R, \quad (2)$$

где I – ток текущий между клеммами аккумулятора (А), R – внутреннее сопротивление аккумулятора (Ом), W – мощность, выделяемая внутри аккумулятора (Вт).

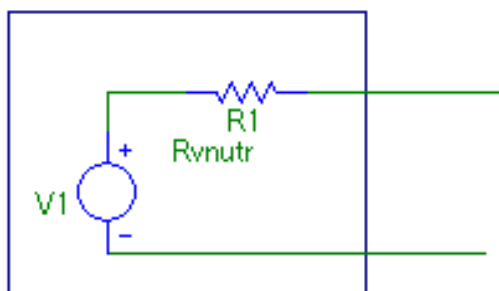


Рис. 1. Эквивалентная схема аккумулятора

Обычно подогрев аккумулятора осуществляется за счет включения в качестве нагрузки ботовых осветителей (две лампы ближнего света и две лампы дальнего света суммарной мощностью 240 Вт, и током 20 А). При этом сопротивление нагрузки составляет 0,6 Ом. Отдаваемый ток пропорционален внутреннему сопротивлению аккумулятора и, в случае если максимальный отдаваемый ток 40 А, внутренне сопротивление равно 0,3 Ом. При включении нагрузки между клеммами аккумулятора сопротивление составляет 0,6 Ом, суммарное сопротивление будет 0,9 Ом, ток в цепи будет 13,3 А, и всего 33% мощности будет разогревать аккумулятор, а 66% будет побочной нагрузкой. Чем больший ток дает аккумулятор, тем меньше его внутреннее сопротивление, и тем меньше КПД этого способа.

Наша задача - создать источник подогрева аккумулятора с высоким КПД и низкой стоимостью.

Решением этой задачи является схема импульсного источника питания (рисунок 2). Поскольку основная часть энергии теряется на внешнем сопротивлении, почему бы нам не отдавать энергию в некий накопитель. Во время заряда накопителя ток будет протекать через внутреннее сопротивление аккумулятора, и при этом он будет нагревать аккумулятор. Во время разряда накопителя, и заряда аккумулятора, ток опять будет протекать через внутреннее сопротивление источника аккумулятора, и опять разогревать аккумулятор. В итоге забрав энергию из аккумулятора и вернув её обратно на одном цикле мы будем терять энергию на нагрев внутреннего сопротивления – полезная энергия, и на внутреннее сопротивление накопителя (добротность).

В основу работы схемы положены теоретические основы электротехники, и возможность дросселя работать в качестве накопителя энергии. Схема работает по следующему принципу: в качестве нагрузки аккумулятора используется реактивный элемент – дроссель L1. Реактивность дросселя даёт нам возможность запастись в ней

энергию и возвращать её в аккумулятор, теряя мощность при этом в основном на внутреннем сопротивлении аккумулятора – полезные потери, и на добротности индуктивности, которая велика, следовательно, бесполезные потери энергии очень маленькие. Дроссель коммутируется четырьмя силовыми полевыми транзисторами M1, M2 и M3, M4 работающими попарно в противофазе. Заряд индуктивности происходит через транзисторы M1 и M2, а разряд – через транзисторы M3 и M4, которые меняют полярность индуктивности. Для питания силовых транзисторов от микроконтроллера/ПЛИС используются усиливающие биполярные транзисторы Q1 и Q2, работающие в ключевом режиме. Максимальное значение тока, при котором индуктивность считается заряженной, определяется по падению напряжения на внутреннем сопротивлении транзистора M2. Момент полного разряда индуктивности аналогично определяется по падению напряжения на M4. Максимальный ток, который дает аккумулятор импульсно измеряется на транзисторе M5. Открытием и закрытием силовых транзисторов, а так же готовностью аккумулятора к работе управляет микроконтроллер / ПЛИС.

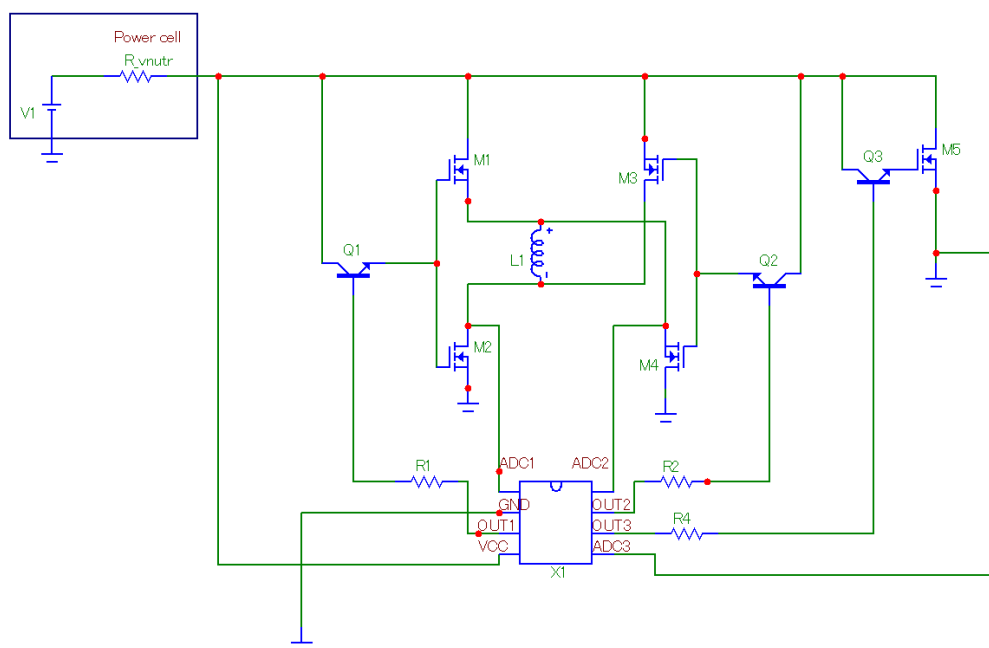


Рис. 2. Схема импульсного источника питания

Микроконтроллер дает возможность собирать информацию о состоянии аккумулятора, осуществлять запуск аккумулятора дистанционно, а так же отправку информации о состоянии аккумулятора (заряд, емкость, потребность в подзарядке, выработка ресурса, утечка тока).

Список литературы

1. Б.Ю. Семенов. Силовая электроника от простого к сложному. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416с.
2. Березин О., Костиков В., Шахов В. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. М.: «Три Л». 2000.
3. Источники электропитания – 2006. «Александр Электрик». Информационный компакт – диск.
4. Эраносян С. Сетевые блоки питания с высокочастотными преобразователями. Л.: Энергоатомиздат. 1991