УДК 621.314.58

Д.Э. ЛЕСНИКОВ, студент гр ЭА-101 (КузГТУ),
В.И. СОКОЛЬЧУК, студент гр ЭА-101 (КузГТУ),
Научный руководитель: И.А. ЛОБУР, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ АТОМОБИЛЬНЫХ ИНВЕРТОРОВ

Современная жизнь такова, что в салоне автомобиля человек зачастую проводит времени больше, чем в собственной квартире. Но даже в автомобиле, приспособленном для длительных поездок, бывает некомфортно путешествовать хотя бы вследствие отсутствия элементарных бытовых приборов. Их невозможно взять с собой в дорогу из-за того, что нет электросети. Правда, часть устройств все же имеет возможность питания или подзарядки своей аккумуляторной батареи от автомобильного гнезда прикуривателя. Однако, далеко не все устройства могут питаться непосредственно от автомобильной сети. А если вы захотите взять с собой в дорогу телевизор, ноутбук, электрочайник или обычный домашний компьютер? В этом случае настоящей палочкой-выручалочкой для автомобилиста станет особый прибор – инвертор или преобразователь напряжения. Инверторы, служащие для преобразования постоянного тока в переменный, сегодня применяются в самых разных областях жизнедеятельности. Но, конечно, наибольшей популярностью инверторы пользуются у владельцев грузовых и легковых автомобилей [1, 2].

Преобразователь напряжения или инвертор – это устройство, предназначенное для преобразования входного постоянного напряжения 12 В в переменное напряжение 220 В с частотой 50 Гц на выходе. То есть автомобильный инвертор вырабатывает переменный ток, благодаря чему к нему можно подключать самые разнообразные электроприборы, инструменты, портативные устройства и компьютеры, работающие от бытовой сети переменного тока.

Инверторы обладают возможностью повышать напряжение и регулировать его с определенной точностью. На самом деле, инвертор может выдавать практически любую частоту на выходе. Но, естественно, что наибольший интерес представляет именно частота 50 Гц, на которой работают современные бытовые приборы российского и европейского рынка. Нужно, правда, отметить, что частота 50 Гц, которая выдается инвертором, отличается меньшей стабильностью по сравнению с обычной городской электросетью. Функционирование автомобильного инвертора базируется на полупроводниках. При этом сам корпус устройства обычно изготавливается из алюминиевого сплава повышенной теплопроводности, чтобы

обеспечивать отвод тепла посредством конвекции. Кроме того, в конструкции более мощных приборов (от 300 Вт), как правило, присутствует еще и вентилятор для принудительного охлаждения инвертора.

Поскольку инвертор, по – существу, является импульсным преобразователем напряжения, то он имеет все необходимые защитные системы: защиту от коротких замыканий и перегрузок на выходе, защиту от перегрева, защиту от превышения и понижения входного напряжения. Подключается автомобильный инвертор довольно просто – через розетку прикуривателя или непосредственно к аккумулятору.

Благодаря автомобильному инвертору, можно подзаряжать сотовый телефон, не выходя из автомобиля. Инвертор незаменим и для тех, кто просто не может обходиться длительное время без своего компьютера или любит в дороге просматривать фильмы с проигрывателя DVD-дисков. Таким образом, преобразователь напряжения фактически освобождает от существующей зависимости от традиционных источников электроэнергии. К автомобильному инвертору можно подключать самые разнообразные приборы, начиная от простого диктофона и бритвы и заканчивая ноутбуком или дрелью.

Для подключения мощных приборов, таких, например, как современная СВЧ-печь или утюг, требуется инвертор, обладающий большой мощностью - вплоть до 5 кВт. Цена таких устройств будет значительно выше [1, 2].

В автомобильных инверторах может быть предусмотрено три режима работы. Первый, основной, предполагает длительную работу инвертора на номинальной мощности. Второй режим обеспечивает так называемый режим перегрузки, когда устройство в течение определенного времени может давать мощность в полтора раза большую, чем номинальная мощность. И, наконец, в некоторых моделях автомобильных инверторов также присутствует пусковой режим, который дает повышенную моментальную мощность для емкостных нагрузок или запуска электродвигателя.

В настоящее время на рынке представлены различные виды автомобильных инверторов. В первую очередь, все инверторы делятся по форме генерируемого ими напряжения. В большинстве случаев автомобильный инвертор просто не может дать чистую синусоиду напряжения. На выходе получается прямоугольная, трапециевидная или ступенчатая форма напряжения переменного тока. Но отсутствие чистой синусоиды напряжения никак не сказывается на работе значительной части бытовых электроприборов. Поэтому, такие инверторы, называемые несинусоидальными, вполне подойдут для питания обычных бытовых приборов.

Однако есть электроприборы, которым просто необходимо идеальное качество напряжения. В этом случае используются специальные синусоидальные инверторы, которые отличаются большей сложностью в производстве и, как результат, более высокой стоимостью. Синусоидальный

инвертор нужен, в частности, для группы приборов к которым относятся так называемые индуктивные нагрузки (холодильники, насосы, кондиционеры, синхронные электродвигатели, приборы с трансформаторными блоками питания, некоторые модели LCD-телевизоров и т.п.).

Помимо этого, все инверторы, конечно, отличаются друг от друга мощностью, количеством подключаемых приборов, наличием встроенного переключателя и всевозможными дополнительными функциями.

Большую часть автомобильных инверторов производит Китай, в свою очередь, заявленная мощность многих из них не всегда соответствует действительной. Тоже самое относится и к качеству электроэнергии.

Ввиду этого, возникает вопрос, можно ли изготовить инвертор большей мощности и будет ли это экономически обоснованно.

Основная проблема современных инверторов в первую очередь цена, если учитывать мощность реальную, а не пусковую, таким образом, даже в Китае инвертор на чистых 3000 Вт стоит от 30.000 до 50.000 руб., что делает их недоступным для многих, поэтому в конце концов выбираем дешевый, китайский инвертор на пару сотен ватт.

При анализе автомобильных инверторов, встречающихся на рынке, были выявлены следующие недостатки:

- мощность инвертора не соответствует заявленной.
- выходное напряжение имеет форму модифицированного синуса.
- трансформатор недостаточной мощности.
- частое включение тепловой защиты из-за некачественного охлаждения силовой части инвертора.
- полевые транзисторы, установленные на входных и выходных цепях, имеют очень низкие показатели.
- неправильный выбор сечения проводов на входных и выходных контактах.
- плохая пропайка плат.

Так же было установлено, что автомобильная сеть поддерживает подключение нагрузки через гнездо «прикуривателя» до 160 Вт, поэтому более мощные инверторы в любом случае придется устанавливать только лишь через зажимы аккумулятора. Это с одной стороны, усложняет использование инвертора в автомобиле, но с другой повышает надежность и широту его применения.

В целом, весь ряд этих проблем имеет то или иное решение.

Увеличение мощности. Для возможного решения этой проблемы с китайских инверторов нужно убрать все цепи, силовые транзисторы, выходные транзисторы на цепи 50 Гц, выпрямитель и сам импульсный трансформатор. Дальше по специальным программам нужно рассчитать трансформатор на нужную мощность. Сам трансформатор удобно изготовить на кольцевых сердечниках, из-за малых размеров и большой плотно-

сти тока в обмотках. КПД трансформатора будет больше, чем в штатных Ш-образных трансформаторах.

Дальше нужно собрать драйверную цепь для усиления тока с выхода микросхемы и узел управления полевыми транзисторами первичной цепи – это, в первую очередь, дает нам возможность подключить большое количество силовых транзисторов, чтобы поднять мощность инвертора в целом. Для управления каждым транзистором нужен ток в районе 200 мА, у штатных микросхем тл494 , на которой делают 90% инверторов, выходной ток на каждом канале не более 200 мА, следовательно, без дополнительного драйвера мы можем управлять только одной парой транзисторов, а с драйвером без проблем можно получить токи 4-6 и даже 10 А, что дает возможность подключить параллельно десятки транзисторов.

На затворах полевых ключей устанавливают вторичные драйверы для разряда емкости затвора полевого ключа на землю, чтобы транзистор был полностью закрыт, когда открывается противоположный полевой транзистор.

Далее высокое напряжение со вторичной обмотки трансформатора нужно выпрямить до постоянного номинала. Поскольку частота в районе 70 кГц, то обычные диоды попросту сгорят, именно по этой причине используют быстрые или ультрабыстрые диоды. Дальше уже выпрямленное напряжение сглаживается электролитическими конденсаторами (в китайских инверторах емкость маленькая, в нашем случае нужно увеличивать из соотношения 1 Вт -1 мкФ) [1, 2].

Постоянное напряжение с номиналом 240-250 В поступает на своеобразный мост из мощных высоковольтных полевых ключей (irfp460, током 20 А и напряжением запаса 500 В).

Именно этот мост управляется генератором на 50 Гц, каждый полевой транзистор срабатывает с заданной частотой и на выходе образуется переменный ток с частотой 50 Гц, поскольку микросхема генератора вырабатывает прямоугольные импульсы, то на выходе получаем форму сигнала модифицированной синусоиды (на самом деле, это те же прямоугольные импульсы). Для их сглаживания до уровня чистого синуса применяют LC контур (дроссель и пленочный конденсатор).

Для получения такого же синуса, что в штатных инверторах, который крайне трудно реализовать, в сети применяются отдельные генераторы на микроконтроллерах, которые вырабатывают чистую синусоиду.

Но чистый синус не есть хорошо, если в штатных китайских инверторах с модифицированной синусоидой КПД преобразователя 85 и даже 90%, то с чистым синусом гораздо больше мощности уйдет на тепло, таким образом, к.п.д. инверторов с чистым синусом 55-70% в лучшем случае.

Затрагивая проблему охлаждения, было принято решение встроить в конструкцию инвертора термоэлектрический модуль, широко используе-

мый в системах охлаждения [3]. Сам же термоэлектрический модуль представляет собой совокупность термопар, электрически соединенных, как правило, последовательно (рис. 1).

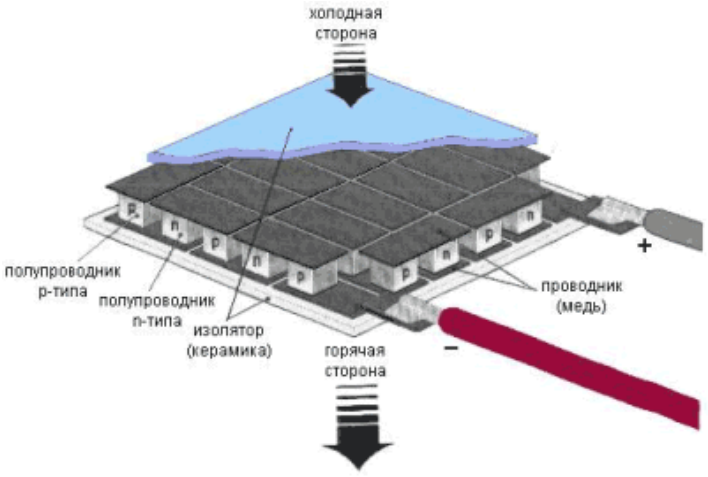

Рис. 1. Термоэлектрический модуль

В стандартном термоэлектрическом модуле термопары помещаются между двух плоских керамических пластин на основе оксида или нитрида алюминия количество термопар может изменяться в широких пределах – от единиц до сотен пар, что позволяет создавать ТЭМ практически любой холодильной мощности – от десятых долей до сотен ватт. При прохождении через термоэлектрический модуль постоянного электрического тока между его сторонами образуется перепад температур - одна сторона (холодная) охлаждается, а другая (горячая) нагревается. Если с горячей стороны ТЭМ обеспечить эффективный отвод тепла, например, с помощью радиатора, то на холодной стороне можно получить температуру, которая будет на десятки градусов ниже температуры окружающей среды. Степень охлаждения будет пропорциональной величине тока. При смене полярности тока горячая и холодная стороны меняются местами.

Список литературы:

1. Автомобильные преобразователи напряжения (инверторы) 220В [Электронный ресурс] // НПП «ОРИОН» : [сайт]. – [СПб., 2001-2014] – Режим доступа: http://www.orionspb.ru/articles/dc_art1.php

2. Для чего нужен автомобильный инвертор [Электронный ресурс] // ЭЛЕКТРОЗОН : [сайт]. – [М., 2013-2014] – Режим доступа: http://electrozon.ru/reviews/dlya_chego_nuzhen_avtomobilnyy_invertor/

3. Принцип работы термоэлектрических модулей [Электронный ресурс] // СИММЕТРОН : [сайт]. – [М., 1998-2014] – Режим доступа: http://www.symmetron.ru/suppliers/kryotherm/append3.shtml