

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНВЕРТОРОВ МОЩНОСТЬЮ 3 КВТ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ВЕТРОВЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15152057>

Б.Э. Эгамбердиев

Х.Х.Мамиров

Институт военной авиации Республики Узбекистан

[e-mail: bahromprof@gmail.com](mailto:bahromprof@gmail.com)

Аннотация

В работе представлены результаты по разработки конструкции инвертора мощностью 3 квт для солнечных и ветровых мини электростанций применяющихся для народного хозяйства и промышленности, а также проектирование и изготовление опытной партии солнечных инверторов, предназначенных для эксплуатации в составе фотоэлектрических или ветровых энергоустановок.

Ключевые слово

конструкция, инвертор, солнечная и ветровая мини электростанция, мощность, система аккумуляции энергии, электрохимической аккумулятор, микроконтроллера управления

Введение

Альтернативные и возобновляемые источники энергии во всем мире привлекают все большее внимание. Растущий интерес к ним вызван экологическими соображениями с одной стороны и ограниченностью традиционных земных ресурсов – с другой. Особое место среди альтернативных источников энергии занимают применения разработка конструкции и создание опытных образцов инвертора мощностью 3 кВт для солнечных и ветровых мини электростанций [1-4].

Энергоэффективность и энергосбережение, являясь приоритетными направлениями развития науки, технологии и техники, были включены в Энергетическую стратегию Узбекистане на период до 2030 года, что подчеркивает важность этого направления для модернизации и технологического развития Узбекисканской экономики, повышения ее конкурентоспособности. Современные процессы производства, передачи и потребления электрической энергии, без которых невозможна современная

экономика, требуют многократного ее преобразования, для которого используются мощные полупроводниковые инверторы, от эффективности и надежности функционирования которых зависит эффективность и надежность функционирования всех потребителей электроэнергии. Наиболее важным этапом проектирования инвертора является выбор топологии и метода модуляции, которые обеспечат наилучшие технико-экономические показатели проектируемого устройства. Наличие критериев и процедур выбора на данном этапе снижает вероятность ошибок и сокращает время проектирования полупроводникового прибора. Таким образом, задача обеспечения обоснованности проектных решений и формирование критериев выбора является актуальной. К настоящему моменту в области силовой электроники накоплен большой объем материалов, посвященных вопросам разработки новых и улучшения существующих схемотехнических решений с целью повышения эффективности применения автономных инверторов напряжения. В то же время вопрос сравнения принципиально разных схем и алгоритмов модуляции остается открытым.

Современное состояние исследований по данной проблеме заключается в том, что в мировой практике разработаны различные фотоэлектрические и ветровые энергоустановки широкомасштабного назначения, в нашей республике имеются разработки инверторов мощностью до 300 Вт, что требуется проводить научно-исследовательские работы по разработке более мощных инверторов для фотоэлектрических и ветровых энергоустановок.

В настоящее время солнечные инверторы в Республике Узбекистан не производятся, и их приходится приобретать за валютные средства. Отсутствует также производство некоторых других узлов солнечных и ветровых станций – контроллеров заряда аккумуляторов, опорных конструкций, систем наведения на солнце, низковольтных (12 В) энергоэффективных источников света, то есть имеется существенное отставание в этой области от развитых стран.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что проектирование и промышленный выпуск солнечного инвертора является весьма актуальной проблемой для Республики Узбекистан.

В настоящее время одним из ограничивающих факторов широкомасштабного использования, как солнечных элементов (СЭ), так и солнечных станций на их основе является создание опытных образцов инвертора мощностью 3 кВт для солнечных и ветровых мини электростанций. Растет потребность простых и дешевых инверторов с параметрами,

превосходящими параметры ныне распространенных инверторов, применяющихся для народного хозяйства и промышленности.

Развитие отраслей народного хозяйства и промышленности требует все большего применения разработка конструкции и создание опытных образцов инвертора мощностью 3 кВт для солнечных и ветровых мини электростанций. В настоящее время, разработка конструкции и создание опытных образцов инвертора мощностью 3 кВт является актуальной проблемой, имеет важное народно-хозяйственное значение.

В данной работе описываются проектирование инвертора мощностью 3 кВт, изготовление лабораторного образца, проведение лабораторных испытаний, разработка конструкторской документации в объеме эскизного проекта, и изготовление опытной партии инверторов.

Следует отметить, все существующие инверторы имеют нестационарный характер выработки энергии, а это значит, что необходима система аккумуляции энергии (электрохимической аккумулятор), а это, как правило, электрическая энергия вырабатывается в виде постоянного напряжения в диапазоне от 12 до 48 вольт.

Методы исследований. Исходя вышеизложенного, для разработки и создание конструкции инвертора мощностью 3 кВт для солнечных и ветровых мини электростанций планируется работ по проведению анализа характеристик существующих конструкций инверторов и выработка требований к солнечному инвертору. Проектирование силовой части инвертора мощностью 3 кВт и электронной схемы управления инвертором.

Результаты исследований. Разработана конструкция и изготовлен инвертор мощностью 3кВт, с прямоугольным выходным напряжением 220В и частотой 50 Герц (рис. 1-4), а также разработана конструкция модульного инвертора мощностью до 3 кВт, с синусоидальным выходным напряжением 220В и частотой, регулируемой в диапазоне от 50 до 400 Гц. Разработанные нами инверторы (рис.1-4) показывают высокий уровень надежности, перегрузочной способностью, наличием встроенных электронных систем защиты. Результаты проведенных лабораторных испытаний солнечной электростанции выходной мощностью 3кВт, показывает лучший показатель по техническим характеристикам по сравнению результатами других авторов.



Рис.1 Структурная схема солнечного модуля

На структурной схеме обозначены основные системы инвертора, где:

1. Солнечные модули;
2. Контроллер заряда;
3. Нагрузка 12 в постоянный;
4. Аккумуляторные батареи;
5. Инвертор;
6. Нагрузка 220 в переменный с частотой 50 Гц.

Основную функцию в структурной схеме выполняет инвертор. Переменное напряжение 220 В подается на нагрузку путем изменения постоянного напряжения, получаемого от аккумуляторной батареи инвертора, частота которого должна составлять 50 Гц. Мощность инвертора составляет 3 кВт. Потребность в таких мощных инверторах растет.

По этой причине при применении таких инверторов не требуется никакого дополнительного оборудования, только увеличение количества аккумуляторных батарей.

Управление функциями инвертора осуществляется с помощью контроллера при управлении функцией инвертора контроллер выполняет основную функцию. В результате изменения уровня заряда контроллер управляет зарядом аккумулятора. Постоянное напряжение, вырабатываемое солнечными батареями и ветрогенераторами, передается на аккумулятор. Этот процесс позволяет обеспечивать энергоснабжение без перебоев.

В настоящее время многие перебои с энергоснабжением возникают из-за неисправности линиях электропередачи. Такие перебои сами по себе влияют на рабочие процессы на производстве и в бытовой технике.

Потому что умные системы отопления, установленные в квартирах, должны обеспечиваться электричеством без перебоев.

Если в зимнее время года система отопления перестает функционировать в результате 10-часового перерыва в подаче электроэнергии.

Если в этой квартире установлен инвертор, то возникают неисправности в системе отопления. Для системы отопления можно установить отдельный инвертор и аккумулятор. Количество аккумуляторов выбирается в зависимости от мощности системы. Недостатком этой системы является то, что если соединение на линии не будет отремонтировано в течение 10 часов, то количество заряда в аккумуляторах закончится.

Преимущества и недостатки инвертора:

1. Одним из немаловажных преимуществ инвертора является его низкая себестоимость, не более 1 500 000 сум, с учетом всех необходимых компонентов и установки
2. Сравнительно простое устройство при изготовлении.
3. Используемые при изготовлении компоненты доступны и есть в широком ассортименте практически в любых магазинах электротоваров.
4. Низкое потребление энергии.
5. Простота установки, и стабильность частоты.

Недостатком инвертора является то, что для обеспечения стабильности напряжения требуются дополнительные компоненты.

Для обеспечения работы системы отопления необходимо установить термисторы и автоматические устройства[5-8].

Электронная часть инвертора (рис 2) построена на основе десять транзисторов, подключен параллельно.

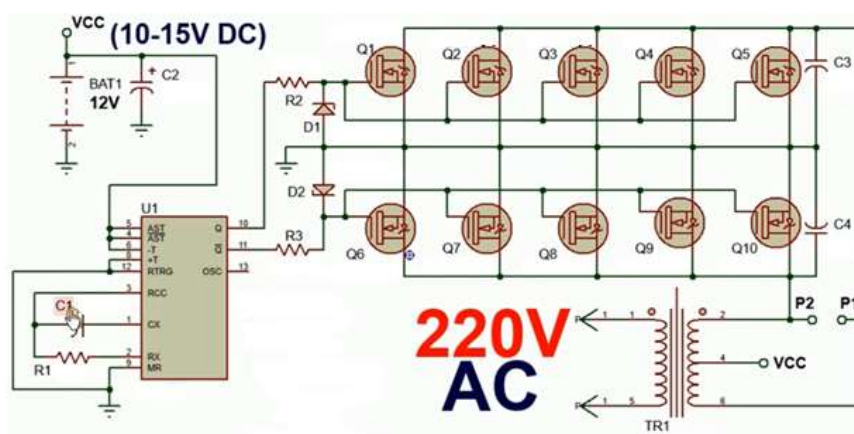


Рис 2. Принципиальная схема инвертора

Постоянное напряжение подается на ШИМ модулятор, выход ШИМ модулятора соединен с двумя транзисторными входами. Выходные сигналы транзисторов подключены к первой обмотки трансформатора. Первая катушка трансформатора состоит из двух обмоток, к средние точку подключена положительное напряжения. Коллекторный вывод транзисторов подключен ко второму обмотку. Эмиттерный выход транзисторов подключен

к шестому обмотку. Напряжение, получаемое от трансформатора второго обмотка, составляет 220 В, частота - 50 Гц. Стабильность частоты обеспечивается за счет ШИМ модулятора. Время открытия и закрытия транзисторов регулируется модулятором.

Эксплуатационные характеристики инвертора

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Мощность номинальная	3 кВт
Мощность максимальная (в течение 3 минут)	3,5кВт
Кратковременная (до 5 секунд) перегрузочная способность от номинального значения	50%
Входное напряжение постоянного тока	От 12 до 48 В
Выходное напряжение переменного тока (частотой 50 герц)	220В
КПД	88%.....90%
Защита от обратного напряжения на входе	Диод включенный параллельно входной шине
Коэффициент гармоник (при номинальной мощности)	Не более 5%
Стабильность выходного напряжения (при полной зарядке исправного аккумулятора) и максимальной нагрузке	От +5 до -5 %
Масса	Не более 16 кг
Срок эксплуатации	Не менее 10 лет
Время непрерывной эксплуатации	Не ограничено
Среднее время безотказной работы	Более 200 000 ч (при 40°C)
Допустимые значения влажности при эксплуатации	0-90% без конденсации влаги

В таблице приведены основные требования к инвертору, из которых являются:

- 1) стабилизация напряжения на выходе при изменениях напряжения на входе и нагрузки;
- 2) стабилизация частоты на выходе;
- 3) близкая к синусоидальной форма кривой выходного напряжения.

Кроме того, при разработке инверторов требуется комплексный подход к решению вопросов минимизации веса и габаритов инверторов при жёстких ограничениях по энергетике и чрезвычайно высокими требованиями к надёжности и унификации.

Оговоренные требования стараются обеспечить: схемными методами; применением новой элементной базы и модернизацией традиционных элементов; конструктивными усовершенствованиями; более полным использованием элементной базы. Поэтому более правильным, хотя и более сложным является комплексный подход к проектированию инверторов, когда каждый конкретный тип аппарата строится на базе как схемных, так и конструктивных и элементных решений, и усовершенствований.

Разнообразие решений в выполнении преобразователей напряжения настоятельно требуют решения проблемы оптимизации, которая заключается в определении структуры схемы и параметров элементов по многочисленным критериям, отражающим важнейшие требования к инвертору.



Рис 3. Инвертор мощностью 3кВт с прямоугольным выходным напряжением 220В и частотой 50 Герц



Рис 4. Инвертор мощностью 3кВт с прямоугольным выходным напряжением 220В и частотой 50 Герц

Заключение.

Разработаны критерии оценки эффективности автономных инверторов СФЭУ, включающие оценку КПД, массогабаритных показателей, показателей качества напряжения, а также показателей активной, реактивной и полной мощности.

Получены зависимости КПД и удельной массы АИ на ТВМП при мощностях 3 и 5 кВт при входных напряжениях источника напряжения постоянного тока 24 и 48 В.

Показано, что КПД АИ при напряжении 48 В при мощностях преобразователя меньше 3 кВт больше на 1–1,5 % в сравнении с АИ с входным напряжением 24 В. При мощности от 3 кВт и больше КПД не отличается больше, чем на 2 %.

При этом одним из немаловажных преимуществ инвертора является его низкая себестоимость, с учетом всех необходимых компонентов и установки, низкий уровень шума, относительно простая конструкция.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Усков А. Е. Статические преобразователи и стабилизаторы автономных систем электроснабжения: монография / О. В. Григораш, Ю. П. Степура, А. Е. Усков. - Краснодар, 2011. - 188 с.
2. Усков А. Е. Автономные инверторы солнечных электростанций: монография / Краснодар; КубГАУ, 2011, -126 с.

3. Пятикопов СМ. Классификация автономных инверторов / СМ. Пятикопов. Ш Российская НПК. Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. СтГАУ «АГРУС». - Ставрополь, 2004, с. 176 - 179.
4. Пятикопов СМ., Богдан А.И. Регуляторы напряжения автономных инверторов / СМ. Пятикопов, А.И. Богдан. Сб. науч. тр. Энергосберегающие технологии, оборудование и источники питания АПК. Кубгау. - Краснодар, 2005, с.328-332. 5
5. B.E.Egambetdiev, I.I.Bakhtadirov, D.A.Musadjanova, N.A.Musajanova, M.B.Ostonova Application of dielectric and conductive epitaxial films in silicon technology Journal of Computational Analyses and Applications 2024., vol.33,NO.7, pp. 513-519
6. Лабунцов В.А. Автономные тиристорные инверторы / В.А. Лабунцов, Г.А. Ривкин, Г.И. Шевченко. Москва: Энергия, 1967. 160 с.
7. Б.Э. Эгамбердиев, С.Х. Якубов, Х.Х.Мамиров Разработка конструкции инвертора мощностью 3 кВт для солнечных и ветровых миниэлектростанций: Сб.трудов Международной конференции “Проблемы и пути решения эффективного использования альтернативных источников энергии”. Узбекистан, г.Карши 2024г, стр.559-561
8. Томашевский, Д.Н. Автономные инверторы: учебное пособие / Д.Н. Томашевский.-Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019.- 120 с.