

УДК 628.974

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА В БЫТУ**Сошинов А.Г., Копейкина Т.В.**

*Камышинский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Волгоградский государственный технический университет», Камышин,
e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

В настоящей статье имеется обзор перспективности применения постоянного тока для бытовых нужд. Приведена целесообразность применения таких систем с точки зрения снижения потерь электрической энергии. Рассматривается актуальность представленной статьи, так как дальнейшее применение трехфазного тока для электроснабжения социально-бытового сектора экономики страны, при быстром росте однофазной нелинейной нагрузки приведет к лавинообразному росту потерь электроэнергии при ее транспортировке и потреблении. В статье содержится информация о необходимости и целесообразности частичного применения постоянного тока в быту. В результате проведенных исследований сделан вывод о необходимости поиска альтернативной схемы обеспечения электроэнергией социально-бытового сектора экономики, предполагается использовать однофазные и многофазные источники электроэнергии, постоянный ток, высокочастотный ток и т.д. Сделан вывод о целесообразности перехода на постоянный ток с целью снижения цены на светодиодные светильники примерно в 2 раза и увеличения срока службы всего светильника.

Ключевые слова: освещение, постоянный ток, передача энергии, энергоэффективность

PROSPECTS FOR THE USE OF DC IN THE HOME**Soshinov A.G., Kopeikina T.V.**

*Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin,
e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

In this article there is an overview of promising applications of direct current for domestic use. Given the feasibility of these systems from the point of view of reduction of losses of electric energy. Discusses the relevance of the submitted article, as the continued application of the three-phase current to supply social sector of the economy, with the rapid growth of single-phase nonlinear loads will lead to an enormous increase of energy losses during its transportation and consumption. The article provides information on the necessity and desirability of partial application of direct current in the home. As a result of the conducted research the conclusion about the need to find alternative schemes to provide electricity to the social sector, it is assumed to use single-phase and multi-phase power sources, constant current, high frequency current, etc. the conclusion about expediency of transition to a DC to reduce the price of led lamps is approximately 2 times and increase the lifetime of the whole lamp.

Key words: lighting, direct current, power transmission, energy efficiency

Общеизвестным фактом является то, что сеть постоянного тока имеет ряд преимуществ перед сетью переменного тока, основные из которых:

— уменьшение потерь при передаче энергии;

— повышение уровня электробезопасности, так как минимальный порог напряжения при переменном токе равен 2В, при постоянном токе 8В;

— по ЛЭП сети постоянного тока, при отсутствии трансформаторов, можно передавать некоторые виды сигналов (таких как кабельное телевидение, телефонная связь и др.).

Но основным недостатком сети постоянного тока является невозможность трансформации напряжения, т.е. для того чтобы повысить или понизить многократное напряжение нужно сначала превратить его в переменную, а после трансформации вновь в постоянное. Этот недостаток, по мнению многих, пока преобладает над преимуществами.

Цель исследования

В последние 10-15 лет в связи с ростом количества нелинейных потребителей переменного тока напряжением до 1000 В и особенно однофазной нагрузки резко возросли потери электроэнергии при ее транспорте от источника генерации до потребителя. Существенный рост потерь происходит из-за сильного искажения формы тока, ассиметричного протекания рабочих токов в кабельных и воздушных линиях, в трансформаторах, во внутримомовых электрических сетях. Передача избыточной реактивной мощности также существенно снижает пропускную способность электрических линий и силовых трансформаторов.

Трехфазный ток по происхождению предназначен для промышленности и тяжелой индустрии, для передачи электроэнергии на дальние расстояния. Он, собственно, для этого и был изобретен. Применение постоянного тока для электроснабжения электроустановок зданий предлагается как

один из альтернативных вариантов для электроснабжения сектора экономики с однофазной нагрузкой с целью существенного снижения потерь электроэнергии (по предварительным оценкам до 20%).

В основе данного предложения лежат следующие положения:

1. Схема электроснабжения на постоянном токе симметрирует однофазную нагрузку в трехфазной сети и силовых трансформаторах в результате применения в ней двенадцатипульсного выпрямителя. Нарботка на отказ современной силовой электроники достаточно высокая, имеется опыт эксплуатации данного оборудования в электрофицированном транспорте и специальных объектах.

2. Постоянный ток по своей природе не имеет гармонических токов и реактивной составляющей электроэнергии. Это также снижает потери электроэнергии при ее передаче по линиям электропередачи, в трансформаторах, в сетях потребителя в целом до 20%.

3. Большинство техники, используемой в быту и офисах, может работать на постоянном токе, так как в основе их работы лежит принцип выпрямления переменного тока и преобразование его в частотных преобразователях по структурам техники для применения или выполнения разных функций, например для регулирования скорости вращения двигателей, изменения звука, цвета и т.п. Кроме того, промышленностью выпускается оборудование, непосредственно работающее от постоянного тока.

4. Учет электроэнергии постоянного тока не имеет привнесенных погрешностей в отличие от переменного тока с искаженной формой.

5. Постоянный ток практически не создает в окружающей среде переменное электромагнитное поле, влияющие на физиологию человека, т.е. в электроустановках с постоянным током электромагнитная обстановка чистая и безопасная.

6. В качестве источника постоянного тока для электроснабжения жилых домов, кроме основного источника, можно использовать аккумуляторы и альтернативные источники электроэнергии. При этом нетрадиционные источники электроэнергии можно использовать напрямую без преобразования и синхронизации, что существенно упрощает и удешевляет их применение [1].

В настоящее время постоянный ток можно применять во внутренних и уличных сетях освещения [4].

Результаты исследования

Потери электроэнергии сегодня подсчитываются экономическим путем и не соотносятся с техническими причинами, порождающими эти потери. Повышение эффективности расходования энергоресурсов в основном связано с дальнейшим использованием энергосберегающей техники. В основе данного подхода вновь лежит экономический подход, когда счетчик электроэнергии показывает меньшую величину. Причина увеличения потерь в линиях, во внутридомовых сетях и трансформаторах остается неизменной, и, следовательно, использование энергоэффективной техники не решает проблему сокращения потерь, а наоборот приводит к их росту и искажению показаний приборов учета электроэнергии и измерительных трансформаторов.

На сегодняшний день нет исследований по потерям в силовых трансформаторах, связанных с асимметричным режимом их работы и протекании в них несинусоидальных токов. Также неизвестно, как растут потери электроэнергии при протекании в линиях электропередачи искаженного и асимметричного тока нагрузки. Очевидным остается тот факт, что потери при таких режимах растут, количество генерируемой энергии лишь частично доходит до потребителя.

Переход энергетической системы сразу на постоянный ток экономически невозможен, так как для этого потребуется переоборудовать уже существующую систему с сетью переменного тока. Есть замена генераторов переменного тока на генераторы постоянного тока. Пока возможен вариант использования сети постоянного тока при автономном энергоснабжении.

При автономном бытовом электроснабжении с помощью систем генерации из возобновляемых источников энергии таких, как солнце, ветер и вода экономически эффективнее будет использовать сеть постоянного тока [5]. Основные ее преимущества в некоторых системах генерации возобновляемыми источниками энергии:

— при применении солнечной электрической системы, генерируется постоянный ток, не требуется использование инверторов, что уже уменьшает потери почти на 20%;

— применяя ветровые электрические системы, генерируется переменный ток, но возможен вариант генерации постоянного тока. При отсутствии ветра сеть питают аккумуляторы, это тот же постоянный ток, стоимость батарей занимает почти половину стоимости всей системы, то есть мы избавимся инвертора, чем уменьшим потери

и тем самым количество аккумуляторных батарей для системы;

— при использовании мини-гидроэлектростанции система может генерировать как переменный, так и постоянный ток.

Главным преимуществом сети постоянного тока является возможность изготовления и использования бытовых приборов постоянного тока. При этом потребление электроэнергии можно снизить, так как сейчас во многих бытовых приборах, которые питаются от сети переменного тока, напряжение понижают и выпрямляют для импульсного трансформатора. Поэтому за счет использования низкого напряжения постоянного тока, 24, 42, 126, 220 можно уменьшить расход материалов и потери на преобразование за счет исключения необходимости использования некоторых деталей. Примером является телевизор, компьютер, освещение светодиодами (это самый экономный, безопасный и надежный вид освещения), телефоны и др. Почти все бытовые приборы могут работать в сети постоянного тока:

— холодильник — термоэлектрические холодильники (при пропускании постоянного тока через термоэлемент, состоящий из двух проводников или полупроводников, в месте их соединения выделяется или поглощается некоторое количество теплоты, пропорциональна силе тока), они имеют высокую надежность за счет отсутствия движущихся частей;

— обогреватели — резистивные, инфракрасные (обогрев инфракрасными лучами);

— отопление — использовать гелиосистемы или тепловые насосы во время монтажа систем отопления (что уменьшит потребление электроэнергии по сравнению с другими видами энергии);

— вентиляция — уже сейчас некоторые производители устанавливают преобразователи для двигателей вентилятора;

— стиральные машины — некоторые производители применяют только коллекторные двигатели, которые могут работать при постоянном токе и имеют большой пусковой момент, не требует предварительного слива воды.

Для уменьшения затрат установки системы при наличии более одного дома вблизи друг от друга, целесообразнее будет использовать одну общую систему генерации.

Выводы

Приведены преимущества только трех систем генерации с возобновляемыми источниками энергии, которые экономически эффективно использовать в сети постоянного тока, а подобных систем генерации много. Эти системы потребляют меньшее коли-

чество энергии, некоторые из них только за счет уменьшения величины потерь. Таким образом, если строить энергосистему с сетью постоянного тока в масштабе страны, то, кроме вышеперечисленной экономии, будет еще и уменьшения потерь при передаче электроэнергии, повысит целесообразность внедрения таких сетей.

Постоянный ток, поступающий от солнечных батарей и аккумуляторов, должен быть приведен к напряжению нужной, а затем преобразован в переменный. Преобразование в переменный ток выполняется, так называемыми, инверторами. В отличие от бытовых инверторов, дающих лишь приближение к синусоидальному напряжению, профессиональные модели, обслуживающие целое здание или даже комплекс строений, должны давать «чистую» синусоиду, иначе возникнут проблемы с электромагнитной совместимостью оборудования и много других проблем. Соответственно, профессиональные инверторы — дорогостоящие агрегаты, исключение которых из схемы энергоснабжения при использовании постоянного тока позволит снизить общую стоимость системы, а заодно и повысить энергоэффективность за счет удаления как минимум одной ступени преобразования. Например, профессиональный инвертор, способный длительное время выдерживать нагрузку до 12 кВт стоит порядка 100 000 руб. (здесь и далее цены приводятся по состоянию на сентябрь 2015 г.) На самом деле, при переходе на постоянный ток удаляется и другая ступень преобразования, а именно, выпрямитель в светодиодном светильнике. В том случае, если светодиодный светильник работает в помещении, где постоянно находятся люди, тем более, где они выполняют работу, требующую сколь-нибудь значительного зрительного напряжения, надо не только выпрямить переменный ток, но и сгладить пульсации. Для этого используются электролитические конденсаторы большой емкости — дорогостоящие и при этом весьма капризные устройства. Как правило, основной причиной выхода из строя светильников является преждевременный отказ драйвера, который происходит, когда светодиоды еще не полностью выработали свой ресурс. Зачастую этот отказ связан со сглаживающими конденсаторами. Причем электролитические конденсаторы имеют неприятную особенность деградировать от времени, даже если светильник не работает, а лежит на складе.

Разница между дешевыми и дорогими светильниками заключается главным образом в уровне пульсации и надежности драйвера. При питании от постоянного тока

конструкция драйвера становится более простой и надежной, в ней не присутствуют сглаживающие конденсаторы. Поэтому светильник за 1200 руб. будет работать практически так же хорошо, как и за 2200 руб. (столько стоит светильник с надежным драйвером без пульсации от известного российского бренда) Мало того, за счет уменьшения числа деталей вполне реально дополнительно снизить цену на качественный светильник.

В итоге, переход на постоянный ток позволит снизить цены на светодиодные светильники примерно в 2 раза и добиться срока службы всего светильника, равного сроку службы установленных в нем светодиодов, то есть 50 000 ч.

Список литературы

1. Waffenschmidt E. Direct Current (DC) Supply Grids for LED Lighting // LED Professional N48, Mar/Apr 2015.
2. Sinopoli J. Using DC power to save energy - and end the war on currents // <http://www.greenbiz.com/news/2012/11/15/using-dc-power-save-energy-end-war-currents>.
3. Экологические аспекты применения светодиодных осветительных приборов. Галушак В.С., Копейкина Т.В. Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. Т. 5. № 1 (88). С. 29-32.
4. Стратегия развития вопросов уличного освещения. Галушак В.С., Копейкина Т.В. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9-3. С. 410-413.
5. Применение светодиодных осветительных приборов для освещения производственных помещений. Копейкина Т.В. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9-3. С. 419-422.