

должительность стояния сочетаний температуры  $t_{ни}$  и  $V_p$ , ч;  $z$  – продолжительность расчетного периода, ч

$$\left( z = \sum_i z_i \right).$$

Различают суточный и годовой ход скорости ветра. Годовой зависит от климатических условий, а суточный ход определяется интенсивностью вертикального обмена между нижними и верхними слоями воздуха в атмосфере в течение суток. У поверхности земли в суточном ходе скорости ветра минимум наблюдается в ночные часы, когда ветер ослабевает до штиля. После восхода солнца ветер обычно усиливается, и его скорость достигает максимума в 13-14 часов. Ветер не обладает постоянным направлением и скоростью, он воздействует порывами, отделенными друг от друга интервалами более слабого ветра. Следует отметить, что на теплотери здания оказывают влияние не отдельные порывы ветра, а его усредненное значение за определенный промежуток времени, и именно это обстоятельство должно учитываться в системах управления подачей тепла в здания [7].

**Выводы.** Таким образом, для создания требуемых температурных условий в отапливаемых помещениях и правильного функционирования систем ОВК, при проектировании и реконструкции которых, обязательно следует принимать во внимание давление воздуха. Влияние ветрового воздействия необходимо компенсировать соответствующим изменением подачи тепла в систему.

**Список литературы**

1. Anis W.A. Влияние воздухопроницаемости на проектирование систем климатизации / «АВОК» – 2003, № 2.
2. ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2003.
3. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий / «АВОК» – 1999, № 3.
4. Коряка Л.В. Об актуальности модернизации систем вентиляции многоэтажного жилого дома / Л.В. Коряка, Ю.В. Елистратова, А.С. Семиненко // Сб/ работ III областной студенческой научно-практической конференции «Студенческая наука Белгородчины» / НИУ БГУ, Белгород, 2012 г. – Режим доступа: <http://www.yavnauke.ru/stati/teplosnabzhenie-ventiljacija-kondicionirovanie-vozduha-gazosnabzhenie-i-osveshenie/ob-aktualnosti-modernizacii-sistem-ventiljaci-mnogoyetazhnogo-zhilogo-doma.html> (проверено: 10.02.2013).
5. СНиП П-3-79\* Строительная теплотехника / Госстрой СССР – М.: НИИСФ, 1998.
6. Фаликов В.С. Энергосбережение в системах тепловоснабжения зданий: – М.: ГУП «ВНИИ», 2001. – 164 с.
7. Чистович С.А. Авторегулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ  
ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ  
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Ермак А. А., Самородов А.В., Копелевич М.Л.

*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: himer\_x\_time@rambler.ru*

В работе поставлена задача создания электромеханического преобразователя энергии (ЭМПЭ), который мог бы одновременно преобразовывать два независимых разнородных и взаимодополняющих источника (например: Солнце и ветер или термическая и гидроэнергия) энергии в электрическую с тем чтобы обеспечить большую стабильность питания автономной системы электроснабжения и меньшую зависимость от одного источника энергии.

В Кубанском государственном технологическом университете (КубГТУ) на кафедре Электротехники и электрических машин за последние годы разработаны ряд электромеханических преобразователей

энергии (ЭМПЭ), позволяющие использовать два вида (входа) энергии (к примеру, солнце и ветер) для получения на выходе, складывая их, суммарную электрическую энергию.

В КубГТУ разработана двухмерная электрическая машина (ДЭМ) позволяющая решать такие задачи. По данным устройствам имеются 4 патента РФ на изобретения РФ (№ 2091967, 2332774, 2349014, 2349016).

Применение разработанного в НИР двухвходового электромеханического преобразователя энергии позволит повысить надежность автономных систем электроснабжения при обеспечении высоких качественных показателей выходных параметров. Ветро-солнечная установка на базе ДЭМ мощностью до 20-100 кВт может быть с успехом использована в системе автономного электроснабжения небольших бытовых или других объектов в труднодоступной местности, где установленные мощности потребителей малы и создавать протяженные электрические сети для снабжения этих потребителей дорого, нерационально, а иногда просто не предоставляется возможным.

**Актуальность проблемы.** В настоящее время основным (98%) источником получения электрической энергии в мире является ископаемое топливо. Вместе с тем энергия, поступающая от Солнца на Землю, превышает современное энергопроизводство, примерно, в  $2 \cdot 10^4$  раз. К этому следует добавить, что около 2% поступающей на Землю солнечной радиации превращается в энергию ветра, как результат тепловых процессов, происходящих в атмосфере.

В общем случае энергию ископаемого топлива, и даже гидроэнергию, используемую человеком для получения электрической энергии, можно рассматривать как преобразованную солнечную энергию по схеме: солнечная радиация – органический синтез (образование каменного угля, нефти, газа и т.п.) – сжигание топлива (получение тепловой энергии) – преобразование тепловой энергии сначала в механическую (в турбине), а затем – в электрическую (в генераторе); или по схеме: солнечная радиация – испарение влаги – конденсация – осадки – водоемы – преобразование механической энергии водного потока в электрическую энергию. Однако коэффициент преобразования солнечной энергии, как подавляющей энергии на Земле, по приведенным (природным) схемам не превышает сотых долей процента и это означает, что огромный её поток, поступающий на Землю, используется в незначительных количествах.

Использование традиционных электрических машин для нетрадиционной области энергетики либо неэффективно, либо вовсе невозможно из-за невысокой плотности потока возобновляемых источников энергии (ВИЭ), прерывистого характера поступления последних. Так, плотность радиации Солнца у земной поверхности и ветровой энергии при скорости до 10 м/с колеблется от нуля до 1 кВт/м<sup>2</sup>, тогда как плотность потока электромагнитной энергии в воздушном зоре обычной электрической машины (ЭМ) составляет 50 кВт/мм<sup>2</sup>.

Основные требования к нетрадиционным ЭМПЭ вытекают из характера используемых энергоисточников и требований, предъявляемых потребителями к энергосистеме: обеспечить удовлетворительный уровень колебания не более  $\pm 10\%$  выходного напряжения и не более  $\pm 5\%$  частоты – в генераторном режиме работы; не более  $\pm 10\%$  момента и угловой скорости вращения – в двигательном режиме при постоянных, резких и многократных по величине колебаниях входных параметров. Другим важным требо-

ванием, уже к автономным энергосистемам, является обеспечение возможности максимального уменьшения мощности накопителя энергии в автономной энергосистеме системе. В настоящее время накопители энергии используются для полного восполнения мощности источника в моменты резкого ослабления или отсутствия используемого для данного преобразователя ВИЭ, что приводит к неоправданно большой мощности накопителя энергии. Это отрицательно сказывается на экономических и надежных показателях систем электроснабжения.

Таким образом, перспектива расширенного использования ВИЭ напрямую связана с проблемой разработки новых, нетрадиционных типов ЭМ и систем управления ими, т.е. с развитием нетрадиционной электромеханики.

**Практические варианты и подходы к решению проблемы.** В КубГУ разработана двухмерная электрическая машина. Создание ДЭМ позволило впервые решить такую фундаментальную научную задачу как электромагнитное сложение двух видов энергии, полученных от двух возобновляемых ис-

точников энергии (ветроагрегата и фотоэлектрических преобразователей), поучая на выходе генератора суммарную электрическую энергию синусоидальной формы, которая может быть использована для любых потребителей электрической энергии и являться источником дополнительной мощности для погашения пиковых нагрузок энергосистемы.

На рис. 1, 2, 3 показаны конструкция ДЭМ, схема классической электростанции на базе ФЭП и ВТ, схема электростанции на базе ФЭП и ВТ с использованием ДЭМ, соответственно.

На рис.1 позиционно обозначены: якорь 1 машины постоянного тока общепринятой конструкции с обмоткой 2, уложенной в пазах 5, коллектор 4 с щетками 3, к которым подключены провода 6, в корпус ротора 7 впрессован шихтованный магнитопровод 8, в пазах которого уложена обмотка 9 по типу роторных обмоток асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, подшипниковые щиты 11 с подшипниками 12, 13 и валом 14 обеспечивают концентрическое расположение якоря 1 и ротора 7 и возможность их одновременного вращения.

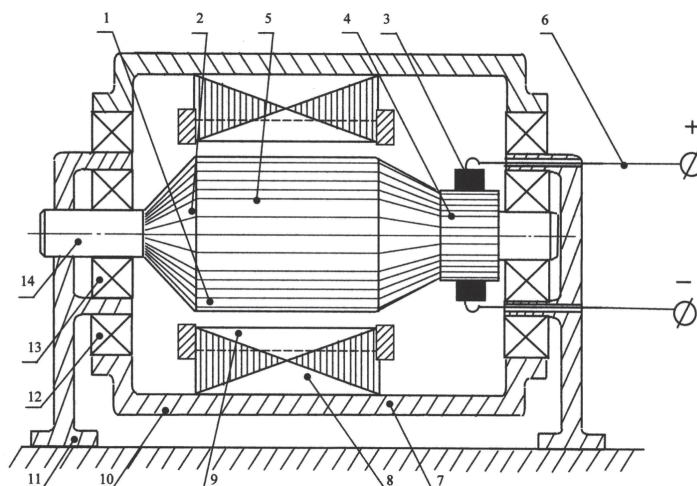


Рис. 1. Общий вид ДЭМ

На зажимы щеток 3 подается постоянный ток от ФЭП. При этом якорная обмотка создает магнитное поле реакции якоря. Ротор 7 приводится во вращение от внешнего привода (например ветроагрегата). Поле реакции якоря наводит ЭДС в обмотке ротора 9, частота колебаний которой будет пропорциональна частоте вращения ротора. Под действием этой ЭДС в обмотке ротора будет протекать электрический ток, который создает магнитный поток ротора. При взаимодействии магнитных потоков якоря и ротора возникает момент, который приведет якорь во вращение. Если в пазах

якоря уложить дополнительно трехфазную обмотку, то суммарное магнитное поле машины будет генерировать в ней ЭДС как в обычном трехфазном генераторе переменного тока. При этом энергия генерируется суммарным магнитным полем, то есть сложением энергии поступающей от солнечных батарей и ветра, которые преобразуются машиной в электромагнитную энергию полей якоря и ротора. Соответственно энергию трехфазного переменного тока, полученную таким образом, можно практически использовать для электроснабжения различного рода потребителей.

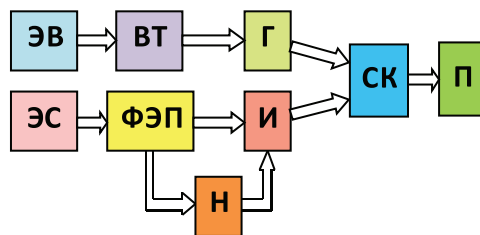


Рис. 2. Схема классической электростанции на базе ФЭП и ВТ:

ЭВ – энергия ветра; ЭС – энергия Солнца; ВТ – ветротурбина; Г – генератор; ФЭП – фотоэлектрический преобразователь; Н – накопитель; И – инвертор; СК – сумматор-контроллер; П – потребитель

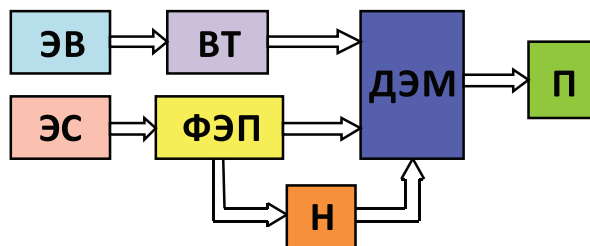


Рис. 3. Схема электростанции на базе ФЭП и ВТ с использованием ДЭМ:  
 ЭВ – энергия ветра; ЭС – энергия Солнца; ВТ – ветротурбина; ФЭП – фотоэлектрический преобразователь; Н – накопитель;  
 ДЭМ – двухмерная электрическая машина; П – потребитель

**Технические аспекты.** Компактные ДЭМ при достаточно простой технологии изготовления получаются при выполнении ротора и якоря цилиндрическими, причем якорь у таких машин имеет стандартное исполнение. Это достаточно справедливо для ДЭМ работающих в двигательном режиме работы. ДЭМ работающая в генераторном режиме отличается конструктивно оригинальным выполнением и ротора и якоря.

При разработке конструкции ДЭМ-Г рассматривались два варианта: якорь выполнен с электрически совмещенной обмоткой (ДЭМ-ГС), как это имеет место в одноякорном электромашинном преобразователе частоты, и отдельными обмотками (ДЭМ-ГР) – двигательной по типу общепринятой обмотки якоря двигателя постоянного тока и генераторной обмоткой переменного тока. Данные конструкции имеют свои преимущества и недостатки. К достоинствам ДЭМ-ГС можно отнести более простую конструкцию, по сравнению с ДЭМ-ГР, меньшее использование активных материалов (меди), недостатки конструкции: большой уровень несинусоидальности, трудность стабилизации параметров выходного напряжения, так как уровень выходного напряжения в машине данной конструкции зависит не только от потока возбуждения, создаваемого ротором, но и от напряжения, подаваемого на коллектор якоря, от которого зависит также частота вращения якоря, а следовательно и частота выходного напряжения.

Недостатком ДЭМ-ГР можно считать более сложную, по сравнению с ДЭМ-ГС, конструкцию якоря, достоинством же является больший уровень стабильности качества выходного напряжения.

Так как основное требование потребителей электроэнергии является её качество то предпочтительным выглядит вариант ДЭМ-ГР – недостатки конструкции ДЭМ-ГС сводят на нет практически все преимущества ДЭМ для нетрадиционной энергетики.

Таким образом при разработке компактных ДЭМ-Г для использования в системе автономного электроснабжения целесообразно ориентироваться на конструкцию цилиндрической ДЭМ-Г с отдельными обмотками постоянного и переменного тока на якоре.

**Финансовые аспекты.** Применение создаваемой ДЭМ в автономных комплексах позволит снизить количество и мощность накопителей энергии, что приведет к уменьшению их стоимости и улучшению массогабаритных характеристик.

В современных условиях (нехватка квалифицированных рабочих на предприятиях, сложность переоснащения новым оборудованием) немаловажным фактором также является невысокую трудоемкость его изготовления. Для серийного производства ДЭМ не требуется специализированного оборудования. По предварительным оценкам сложность и трудоемкость изготовления ДЭМ не превышают трудоемкости из-

готовления существующих электрических машин и могут быть выполнены на том же оборудовании.

По данной тематике опубликовано более 70 научных работ, из них – более 40 в центральных изданиях.

**Список литературы**

1. Гайтов Б.Х., Гайтова Т.Б., Шарифуллин С.Р., Самородов А.В. Разработка и основы теории двухмерных электрических машин для систем автономного электроснабжения // Изв. ВУЗов. Электромеханика. – 1999. – № 4. – С. 16-21.
2. Гайтов Б.Х., Копелевич Л.Е., Самородов А.В. Расчет электромагнитного поля асинхронного двигателя с переменными параметрами // Изв. вузов Электромеханика. – 2000. – № 2. – С. 58-62.
3. Гайтов Б.Х., Гайтова Т.Б., Кашин Я.М., Копелевич Л.Е., Самородов А.В. Нетрадиционные электромеханические преобразователи энергии в системе автономного электроснабжения // Изв. вузов Электромеханика. – 2008. – № 1. – С. 21-28.
4. Гайтов Б.Х., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Кошевой А.Г., Косолапов А.В. Преобразование возобновляемой энергии в двухмерных электрических машинах // Сб. тр. V междунар. конф. «Электромеханика, электротехнологии и электроматериаловедение» – МКЭ-ЭЭ-2003. – Алуста, 2003 – С. 613-615.
5. Гайтов Б. Х., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Иванюк В.А. Моделирование и расчет температурного поля специальных электрических машин для систем автономного электроснабжения // Известия вузов. Электромеханика. – 2006. – № 5. – С. 24-28.
6. Гайтов Б.Х., Копелевич Л.Е., Самородов А.В., Гайтова Б.Х. Нетрадиционные ЭМПЭ для систем автономного электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии // Всероссийский электротехнический конгресс ВЭЛК-2005 Российская академия наук, Академия электротехнических наук Российской Федерации. Матер. конгр. 26-30 сент. 2005 г. – М., 2005. – С. 87-88.

Отдельная благодарность д.т.н., профессору, заслуженному деятелю науки и техники РФ, заведующему кафедрой ЭТиЭМ КубГТУ Б.Х. Гайтову, под руководством которого ведется работа по данной тематике.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
 ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ**

Жигулина И.С., Алифанова А.И.

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова, Белгород,  
 e-mail: Seminenko.AS@gmail.com

Отопление с использованием, в качестве источника теплоты, электрического котла является водяным радиаторным способом отопления. Преимуществами применения электрических котлов является относительно невысокая цена и безопасность.

Такие котлы, не имея источника открытого пламени, не выделяют вредных отходов сгорания топлива, благодаря чему, не требуют монтажа дымохода. Это существенно снижает трудозатраты и материальные расходы на монтаж и установку отопительного оборудования. В работе электрические котлы отопления практически бесшумны и легки в управлении.

Электродкотлы имеют высокий коэффициент полезного действия (КПД). В некоторых электрических котлах значение КПД, при правильно смонтированной отопительной системе достигает 98%. Работа современных электрических котлов отопления автоматизирована. К тому же, они не нуждаются в каком-то особом и трудоемком уходе в эксплуатации.