

# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

УДК 621.311.24

## СОПРЯЖЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ПЛЕНОЧНЫМ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕМ ДЛЯ ОБОГРЕВА ПОМЕЩЕНИЙ

*И.М. Кирпичникова\**, *Е.В. Соломин\**, *И.Н. Панасюк\*\**

*г. Челябинск, \*ЮУрГУ, \*\* ООО Завод «Рациональные отопительные системы»*

## CENOSSES MODELING IN ELECTRICAL POWER CONSUMPTION OF AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL COMPANIES

*I.M. Kirpichnikova\**, *E.V. Solomin\**, *I.N. Panasyuk\*\**

*Chelyabinsk, \*SUSU, \*\* LLC Plant «Rational Heating Systems»*

Дается описание энергосберегающей системы обогрева помещений за счет соединения инфракрасного пленочного электронагревателя непосредственно с обмотками генератора питающей ветроэнергетической установки.

*Ключевые слова:* энергосбережение, вертикально-осевая ветроэнергетическая установка, пленочный электронагреватель, обогрев помещений, энергопотребление.

The article presents the description of energy saving system of heating quarters with infra-red tape electric heater connected directly to windings of powering wind turbine, alternator.

*Keywords:* energy saving, vertical axis wind turbine, tape electric heater, heating of quarters, power consumption.

Проблемы энергосбережения становятся все более насущными, тем более, что запасы традиционных энергоносителей (нефть, газ, уголь и др.) не безграничны и рано или поздно будут исчерпаны. Это относится как к районам с развитой инфраструктурой, так и к удаленным, малонаселенным районам. Там, где присутствуют энергетические компании, с развитием науки и техники энергопотребление растет за счет внедрения новых электроприборов, непрерывно предлагаемых промышленностью. Для удаленных неэлектрифицированных районов проблемы энергоснабжения и энергосбережения стоят достаточно остро.

Особенно энергодефицит ощущается в странах с холодным или сезонно меняющимся климатом в связи с необходимостью обогрева жилых, офисных и производственных зданий. На территории России холодный период года длится в среднем 7-9 месяцев. При этом затраты на отопление могут составлять до 80 % от общих энергозатрат. Поэтому решение вопросов энергосбережения в системах отопления также является первоочередным.

Существенный эффект при решении данной проблемы может дать локальное сопряжение малых альтернативных возобновляемых источников энергии с энергосберегающими системами.

Одним из таких решений, приемлемых на территории Российской Федерации, может являться сопряжение ветроэнергетической установки (ВЭУ) мощностью 3 кВт производства ООО «ГРЦ-Вертикаль» (г. Миасс Челябинской области) и инфракрасного пленочного электронагревателя (ПЛЭН) производства ООО Завод «Рациональные отопительные системы» (г. Челябинск) [1,2].

Ранее система «ВЭУ-ПЛЭН» рассматривалась в виде двух обособленных независимых друг от друга блоков. Выход ВЭУ должен был представлять синусоидальное напряжение 220 В/50 Гц, вход ПЛЭН был также рассчитан на аналогичное напряжение. Однако такая система имеет очевидные потери. Из-за многократных преобразований (обмотки генератора-регулятор-инвертор-потребитель) потери энергии составляют почти 40% от энергии, вырабатываемой ВЭУ. Учитывая стоимость элементов преобразования, можно сделать вывод о нецелесообразности такой схемы.

В связи с этим учеными Южно-Уральского государственного университета, ООО «ГРЦ-Вертикаль» и ООО «Рациональные отопительные системы» были проведены совместные испытания по сопряжению обмоток генератора сверхмалой ветроэнергетической установки и инфракрасного пленочного нагревателя с практически полным

исключением цепи преобразования электроэнергии (рис. 1).

ПЛЭН подключается к клеммам трехфазного генератора ВЭУ через простейший регулятор (рис. 2), позволяющий стабилизировать постоянное напряжение 48 В за счет параллельного включения в его цепь четырех последовательно соединенных аккумуляторов с напряжением 12 В. Напряжение генератора ВЭУ, являющегося переменным по фазе, частоте и амплитуде, меняется от 0 до 300 В, а на выходе регулятора поддерживается постоянное напряжение 48 В.

Площадь помещения, обогреваемого ПЛЭНом при исследованиях, составляла 50 м<sup>2</sup> при высоте потолков не более 3 м.

Данная схема позволила обеспечить непрерывный обогрев помещений и спрогнозировать эффективность использования такой системы для широкого использования. При этом важно правильно подобрать параметры ВЭУ и ПЛЭН по их характеристикам.

Мощность ВЭУ должна выбираться из следующих соображений [1]: энергопотребление российской семьи из 3-4 человек составляет в среднем по России 2000 кВтч в месяц. При электрическом отоплении затраты на обогрев помещения составляют около 50 %. Следовательно, при по-

стоянном обогреве среднему потребителю требуется источник энергии, имеющий мгновенную мощность 1,4 кВт. Такая мощность генерируется ветроэнергетической установкой ВЭУ-3 (номинал 3 кВт) на скорости ветра 8 м/с. Необходимо также учесть, что в теплое время потребителю отопление не требуется, в то время как в холодное время обогрев должен работать на максимальной мощности.

Данные о скорости ветра, представляемые метеостанциями России соответствуют высоте 10 м, на которой эти скорости в среднем составляют 4-5 м/с. Однако известно что с увеличением высоты на каждые 10 м, скорость ветра возрастает на 10%, т.е. на высоте 20 м она уже будет равна в среднем 5,5 м/с. С учетом оптимального выбора места размещения ВЭУ (горы, прибрежные области морей и озер, тундра и т.д.), скорость может увеличиться до 6-6,5 м/с и больше.

На скорости 6,5 м/с ВЭУ-3 выдает 1 кВт мгновенной мощности [1]. Эта цифра и была взята для расчетов работы системы «ВЭУ-ПЛЭН».

ПЛЭН (пленочный электронагреватель) представляет собой многослойное полимерное полотно, внутрь которого интегрирован резистивный нагревательный элемент и алюминиевый экран, выполняющий две основные функции - радиатора для



Рис. 1. Питание инфракрасного пленочного нагревателя «РОСт» от ветроэнергетической установки ВЭУ-3

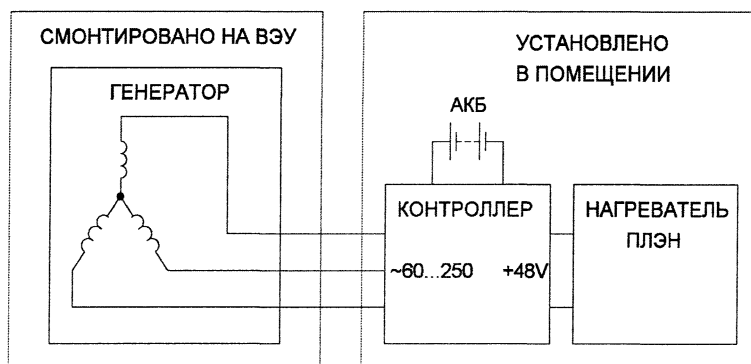


Рис. 2. Схема подключения ПЛЭН к ВЭУ-3 через регулятор

выравнивания температуры на всех поверхности нагревателя и излучающего элемента [2]. ПЛЭН является лишь составной частью инфракрасной системы отопления, и применение его отдельно от других элементов (терморегуляторов и теплоотражающего теплоизолятора) нецелесообразно.

Работа системы состоит в следующем. При подаче электропитания на резистивный элемент, последний нагревается до температуры 40-50 °С. Алюминиевый экран позволяет распределить тепло равномерно по всей поверхности ПЛЭН. Потолочная поверхность помещения при этом должна быть закрыта элементами ПЛЭН на 65 %. Далее распределение тепла идет за счет лучистого теплообмена.

ПЛЭН рассчитывается исходя из параметров, приведенных в табл. 1.

Расчетные габаритные размеры ПЛЭН 0,35x0,5 (м<sup>2</sup>). Мощность потребления 24 Вт. Потребляемая мощность 42-х таких изделий будет не более 1 кВт. Площадь изделий 7,9 м<sup>2</sup> позволяет отапливать 11 м<sup>2</sup> при покрытии 65% потолочной поверхности, что достаточно для зданий и помещений, соответствующих требованиям СНиП 23-02-2003. При применении контроллера, позволяющего производить последовательный нагрев помещений за счет поочередного прогрева, можно отапливать одновременно до четырех помещений площадью, не превышающей 11 м<sup>2</sup>. Однако это верно только тогда, когда общая мощность, выдаваемая ВЭУ-3, и соответственно, мощность, потребляемая ПЛЭНом, составляет 1 кВт. В данном случае не учитываются электрические и тепловые потери, т.к. они были учтены на этапе вычисления мощности ВЭУ и мощности ПЛЭН.

Данные расчеты приведены при так называемом среднесезонном энергопотреблении, максимальное значение которого составляет 20 Вт\*ч на квадратный метр отапливаемой площади. В наиболее холодное время года пиковое энергопотребление может достигать 40 Вт/м<sup>2</sup>, т.е. при площади помещения в 50 м<sup>2</sup> пиковая нагрузка составит до 2 кВт. Таким образом, в такие периоды 1 кВт не достаточно.

Вместе с тем проведенные расчеты показывают, что данная система является работоспособной для отопления временных вагончиков вахтовых бригад, геологоразведочных партий, пограничных постов и других аналогичных объектов, отапливаемая площадь которых не превышает 2x11 м<sup>2</sup>, при наличии отсекающей стены с дверью между этими помещениями.

Рассмотрим вариант улучшения системы в плане привязки к обычным жилым помещениям.

Практика показывает, что средний метраж комнат не превышает 20 м<sup>2</sup>. Учитывая линейную зависимость эффективности отопления от потребляемой мощности, нетрудно вычислить, что при условии подачи 2 кВт в постоянном режиме можно обеспечить нормальную средне-сезонную работу системы «ВЭУ-ПЛЭН» для отопления двух помещений площадью 22 м<sup>2</sup> каждое. Принимая во внимание, что пиковое потребление в холодное время года требует увеличения мощности почти вдвое, можно сформулировать следующие альтернативы:

- увеличение блока аккумуляторных батарей с целью покрытия пика мощности. Данное потребление может покрыть, например, батарея из 2 блоков аккумуляторов, подключенных параллельно и имеющих по 4 последовательно соединенных аккумулятора (в общей сложности 8 АКБ), емкостью не менее 90 А\*ч. Это возможно при условии, что ветровая обстановка достаточна для своевременной зарядки установленных аккумуляторных батарей;

- увеличение количества установленных ветроэнергетических установок или иных возобновляемых источников энергии до мощности, требуемой для покрытия пиков потребления. Однако такое решение, во-первых, является чрезвычайно дорогостоящим, так как фактически половина мощности источников будет использоваться только несколько дней в году, а во-вторых, не решает проблему энергоснабжения при отсутствии ветра в течение хотя бы нескольких дней, что вполне вероятно и даже прогнозируемо;

- применение бензо- или дизель-генератора в автоматическом или ручном режиме. Данное решение является наиболее оптимальным, т.к. стоимость данного агрегата мала в сравнении со стоимостью системы «ВЭУ-ПЛЭН». Такой подход достаточно прост и может, кроме того, использоваться для целей резервирования при внезапном увеличении потребляемой мощности во время праздников, проведении сварочных работ, и т.п. Недостатком такого решения является периодическая доставка топлива.

В табл. 2 показано среднее энергопотребление на одного потребителя. Из таблицы видно, что максимальная пиковая нагрузка требуется лишь 31 день в году.

Согласно табл. 2, суммарное энергопотребление на отопление одного квадратного метра площади составляет 106 200 Втч (106,2 кВтч). Среднесезонное потребление за 218 дней составит  $106,2/218=0,0203$  кВтч.

Техническая характеристика ПЛЭН

Таблица 1

Ширина ПЛЭН	0,35	м
Длина ПЛЭН	0,5	м
Площадь ПЛЭН	0,175	м <sup>2</sup>
Мощность одного полотна	0,024	Вт
Количество ПЛЭН на один кВт	42,0	шт.
Площадь группы ПЛЭН мощностью 1 кВт	7,3	м <sup>2</sup>
Площадь, которую может отопить указанная группа ПЛЭН (65 %)	11,2	м <sup>2</sup>

Следовательно суммарное энергопотребление здания площадью 50 м<sup>2</sup> составит 50х106,2 = 5310 кВтч. При тарифе 1,2 руб. за кВтч затраты составят 6372 руб. за отопительный сезон.

Таким образом, применение ВЭУ и ГЩЭН с оптимизированными параметрами позволит реализовать следующие достижения в области энергосбережения:

- снижение энергопотребления средней семьи на отопление на 30 % (с 1,4 кВт до 1,0 кВт средней потребляемой мощности или с учетом оптимизации и применения распределительного контроллера ПЛЭН с 10 000 кВтч до 5310 кВтч за отопительный сезон продолжительностью 5 месяцев);

- снижение загрязнения окружающей среды за счет использования ВЭУ и ПЛЭН;

- снижение тепловых потерь за счет использования ПЛЭН на 30-40 % по сравнению с традиционным (конвективным) электроотоплением;

- стоимость обслуживания ВЭУ минимальна, а система отопления ПЛЭН не требует дальнейшего обслуживания на протяжении всего срока эксплуа-

тации (50 лет), что позволяет существенно экономить на эксплуатационных затратах.

Тем не менее, при использовании системы «ВЭУ-ПЛЭН» необходимо принимать во внимание, что стабильная совместная работа ВЭУ и ПЛЭН возможна при следующих условиях:

- а) наличие в данном районе устойчивых ветров со скоростью более 6 м/с, что обеспечит стабильный дебет электроэнергии более 1 кВт в час;

- б) наличие запасного источника электроэнергии в виде бензо- или дизель-генератора или центральной электрической сети, позволяющего компенсировать дефицит энергоснабжения.

#### *Литература*

1. Соломин, Е.В. *Продукция / Е.В. Соломин // Сайт ООО «ГРЦ-Вертикаль»*. - [www.src-vertical.com](http://www.src-vertical.com). - Челябинск, 2007. - 1с.

2. Панасюк, И.Н. *Продукция / И.Н. Панасюк // Сайт ООО Завод «Рациональные отопительные системы»*. — [www.zavod-rost.ru](http://www.zavod-rost.ru). — Челябинск, 2008. — 1с.

*Поступила в редакцию 29.05.2009 г.*

**Кирпичникова Ирина Михайловна.** Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Электротехника» Южно-Уральского государственного университета. Научные интересы - электронно-ионная технология, возобновляемые источники энергии. Контактный телефон: 8 (351) 267-98-94.

**Kirpichnikova Irina Mikhajlovna.** Doctor of technical science, Professor, Head of the Electrotechnics department of South Urals State University. Professional interests - electronic-ion technology, renewable energy sources. Contact telephone: 007 (351) 267-98-94.

**Соломин Евгений Викторович.** Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника», генеральный директор ООО «ГРЦ-Вертикаль», в 1990 году окончил Будапештский технический университет, Венгрия, по специальности «Робототехника». Область научных интересов - ветроэнергетика. Контактный телефон: 8 (351) 264-76-94.

**Solomin Evgenie Viktorovich.** Candidate of technical science, associate professor of the Electrotechnics department of South Urals State University, Director General of «SRC-Vertical», Ltd., graduated from Budapest Technical University, Hungary, "Robotics" specialty. Professional interests - wind energy. Contact telephone: 007(351)264-76-94.

**Панасюк Игорь Николаевич.** Директор ООО Завод «Рациональные отопительные системы», в 1993 году окончил Челябинский государственный агроинженерный университет. Область научных интересов - пленочные инфракрасные потолочные системы отопления. Контактный телефон: 8 (351) 239-91-79.

**Panasjuk Igor Nikolaevich.** Director of LLC Plant «ROST» (Rational Heating Systems), graduated from Chelyabinsk State Agriculture Engineering University. Professional interests - tape infra-red on-ceiling heating systems. Contact telephone: 007 (351) 239-91-79.