

УДК 628.974

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВОПРОСОВ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**Галушак В.С., Копейкина Т.В.**

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»
Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Волгоградский
государственный технический университет», Камышин, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

В статье приведены основные положения по стратегии развития уличного освещения. Обширные просторы России располагают неисчерпаемыми ресурсами солнечной и ветровой энергии, которая должна использоваться для уличного освещения. Рассмотрены несколько авторских конструкций автономных ветросолнечных уличных фонарей, обеспечивающих нормативную освещённость. Приведены результаты натурных испытаний на селе светодиодных светильников требуемых световых потоков. Рекомендовано применять светодиоды с эквивалентной термодинамической температурой 4500 К, при мощности светодиодного светильника более 20 Вт.

Ключевые слова: освещение, светодиоды, солнечная и ветровая энергия, электрогенератор, аккумулятор, управление светом

THE STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF STREET LIGHTING ISSUES**Galushchak V.S., Kopeikina T.V.**

*FGBOU VPO «Volgograd State Technical University» Kamyshin institute of technology (branch)
of FGBOU VPO «Volgograd State Technical University», Kamyshin, e-mail: kopeikina.tania@yandex.ru*

The article describes the main provisions of the development strategy of street lighting. The vast expanses of Russia have inexhaustible resources of solar and wind energy to be used for street lighting. Considered by some author designs an Autonomous wind-solar street lamps providing regulatory illumination. The results of tests on the village led lamps light fluxes required. It is recommended to use LEDs with equivalent thermodynamic temperature of 4500 K, power led lamp 20 W more.

Keywords: lighting, led, solar and wind power, generator, battery, light control

В силу ограниченного городского бюджета многие органы местной власти принимают решение об отключении части уличного освещения в ночное время. Жертов подобной попытки сэкономить иногда становятся целые улицы, оказывающиеся в полной темноте в самые поздние часы. Даже не затрагивая вопросов безопасности на улицах, отметим, что данный подход неразумен.

**Стратегия развития
уличного освещения**

В основу предлагаемой нами технологии перспективного уличного освещения закладывается концепция использования природной энергии окружающей среды [1, 2, 9], в сочетании с высокоэффективными источниками света – светодиодами [3]. В качестве подтверждения сказанному ниже приводим результаты натурного эксперимента сравнительных испытаний уличных светильников разных конструкций в селе Гусёвка.

Место и условия проведения эксперимента: село Гусёвка, Ольховского района, Волгоградской области, февраль 2013 года, температура воздуха – 5 °С, толщина снежного покрова 5 см. Перечень испытуемых светоизлучающих головок уличных

светильников: № 1 – типовой светильник ЖКУ с лампой ДНаТ 150 Вт; № 2 – светильник ДКУ 150 Вт, светодиоды 50×3 Вт, T = 3200 К; № 3 – светильник ДКУ 150 Вт, светодиоды 15×10 Вт, T = 4300 К; № 4 – светильник ДКУ 48 Вт, светодиоды 48×1 Вт, T = 4000 К; № 5 – светильник ДКУ 20 Вт, светодиоды 20×1 Вт, T = 5700 К.

Освещённость в эксперименте измерялась на высоте подвеса светильника 9 м люксметром ТКА – ПКМ 08. Экспертная оценка светового ощущения, создаваемого светильником, оценивалась по стобалльной системе четырьмя экспертами. Результаты испытаний приведены в таблице.

Выводы по результатам испытаний:

1. Рекомендуется применять для наружного освещения светодиоды с эквивалентной термодинамической температурой T = 4500 К;

2. Весогабаритные и мощностные характеристики светоизлучающей головки уличного светильника должны быть подобны светильнику № 3 со снижением потребляемой мощности до 20 Вт.

Исходя из потребляемой мощности 20 Вт и времени работы светильника в пределах 3750 часов в год, определим объём необходимой электроэнергии для обеспечения круглогодичного функционирования

уличного фонаря – 75 кВт·ч. Такой незначительный объём электроэнергии вполне может быть выработан преобразованием солнечной и ветровой энергии на автономных устройствах различного типа. Рассмотрим некоторые из них.

блокирующими фотореле «день – ночь». С наступлением сумерек, в темное время суток и до рассвета уличный фонарь включен в ждущем режиме, т.е. работает только дежурная, управляемая своим отдельным фотореле «день – ночь» светодиодная

Результаты натурных испытаний светильников наружного освещения

Испытуемое изделие	Создаваемая освещённость при высоте подвеса 9 м, люкс	Коэффициент пульсаций светового потока, %	Экспертная оценка светового ощущения, балл
Светильник № 1	72	83	78
Светильник № 2	43	4,5	80
Светильник № 3	26	36	95
Светильник № 4	16	1,3	85
Светильник № 5	8,6	0,7	80

Ветросолнечный комплекс уличного освещения на базе солнечных батарей и аэродинамической решётки получивший маркировку ДВСКУ 15х10-001 УХЛ 55 [4]. В светильнике питание источника света электроэнергии производится от двух возобновляемых источников энергии: преобразованием энергии солнечного излучения на фотоэлектрических солнечных батареях и энергии ветрового потока ветротурбинами. В качестве источника света выполнена светодиодная матрица на 10 светодиодах НКР – F00WBWN50 (D0W2) суммарной мощностью 20 Вт. В представляемой конструкции ОП, в одном корпусе смонтированы: миниатюрная солнечная электростанция (генерация 2200 часов) и миниатюрная ветровая электростанция (генерация 3500 часов). Суммарная электрогенерация комплекса 5700 часов, полностью покрывает требуемое время работы уличного фонаря за год (3750 часов). Оставшееся время работы ФЭП и ветротурбин используется для зарядки аккумулятора системы [4]. Электрогенерирующая часть фонаря из двух солнечных панелей и линейного электрогенератора, приводимого в движение колеблющейся аэродинамической решёткой 8. Выработанная солнечными батареями и линейным ветрогенератором электрическая энергия накапливается в аккумуляторах и через блоки управления, подается на матрицы сверхярких светодиодов белого света. Блоки управления имеют фотореле «день – ночь» и датчик движения с радиусом действия 30 м для фиксации движения пешеходов, а также акустический (реагирующий на шум) датчик с радиусом действия 150 м, для фиксации движения автотранспорта. Днём все светодиодные матрицы отключены от питания

матрица, обеспечивающие освещённость под фонарём 0,5 лк, что удовлетворяет нормам на эвакуационное освещение. При приближении пешехода или автомобиля к освещаемой зоне датчики движения блоков управления подают импульсы на включение питания рабочих матриц и фонарь вспыхивает на полную мощность, обеспечивая освещённость на тротуаре или дороге 10 люкс. Это позволяет настолько экономно расходовать энергию, запасённую в аккумуляторах, что уличный фонарь может работать до 15 суток без его подзарядки, т.е. без солнца и ветра. Однако, приведённая выше конструкция, как и выше приведённые конструкции зарубежных разработчиков, обладают одним существенным недостатком, а именно: они имеют слабую антивандальную устойчивость. Применяемые в схемах солнечные панели и вибрирующая аэродинамическая решётка легко могут быть повреждены несанкционированными действиями посторонних лиц. Поэтому в пределах данной работы вопросам повышения вандалоустойчивости осветительных приборов наружного освещения уделено особое внимание и был разработан *ветросолнечный фонарь аэробарического типа* [5]. В основу архитектуры предлагаемого оригинального осветительного прибора – автономного уличного светильника аэробарического типа, положена концепция создания в одном корпусе устройства включающего в себя солнечную электрогенерирующую установку, ветровую электрогенерирующую установку, накопитель электрической энергии, светильник со светодиодными источниками света и электронную систему управления режимом работы уличного фонаря т.е. фактически предложен автономный осветительный энергокомплекс, которому не тре-

буется внешнее электроснабжение. Так решена одна из поставленных задач: отказ от покупной электроэнергии для целей наружного освещения на селе. Второй принципиальной задачей, решенной в предложенной конструкции, является требование изготовления уличного фонаря из общедоступных, серийно выпускаемых промышленностью материалов, деталей и узлов, что должно обеспечить низкую конечную стоимость изделия. Это достигнуто тем, что все детали комплекса выпускаются промышленностью и не требуется их новая разработка и поставка на производство.

Третьей задачей, решенной в предлагаемой конструкции, стало выполнение требования повышенной вандалоустойчивости изделия, препятствующего повреждению фонаря посторонними лицами из хулиганских побуждений. Это позволяет устанавливать такой уличный фонарь на неохраемых обширных сельских территориях, часто удаленных на большие расстояния от органов охраны правопорядка. Это достигнуто высоким капотированием и защитой основных узлов порочными стальными стенками не повреждаемыми даже выстрелами из охотничьего ружья [6, 7].

Оригинальность структурной схемы преобразования лучистой солнечной энергии и кинетической энергии ветра в электрическую форму состоит в том, что для этих целей и используется один и тот же агрегат – *аэровакуумный турбогенератор (АЭТГ)* – турбомашинка ранее никогда не применявшаяся для целей освещения. При этом АЭТГ может работать как раздельно – либо только под действием солнечного излучения, либо только под действием ветра, так и при их совместном комбинированном действии в солнечный и ветреный день (сухой). Достигается это путём воздействия солнечной и ветровой энергии на промежуточный энергоноситель – *столб воздуха во внутренней полости* трубчатой опоры фонаря, который и является *рабочим телом*, приводящим в действие АЭТГ. Воздействие на промежуточный энергоноситель солнечной энергии осуществляется путём нагрева стенки трубчатого аэробарического участка солнечным излучением, в результате теплообменных процессов между стенкой и воздухом, находящимся внутри трубы, последний разогревается, его плотность уменьшается и происходит возникновение самотяги воздушного потока с тем большей скоростью, чем сильнее нагрета стенка. Восходящий от самотяги поток воздуха приводит во вращение АЭТГ, который вырабатывает электроэнергию, направляемую

далее в аккумулятор электрической энергии, а из него запитывается светильник.

Воздействие на промежуточный энергоноситель ветровой энергии осуществляется путём создания разряжения активным дефлектором в верхней части трубчатого аэробарического участка, в результате возникшего в верхней части разряжения, находящийся внутри трубы воздух приходит в движение в виде восходящего от нижнего конца аэробарического участка к верхнему воздушного потока движущегося с тем большей скоростью, чем выше разряжение в верхнем участке, создаваемого дефлектором под напором наружного ветрового потока. Восходящий от разряжения поток воздуха приводит во вращение АЭТГ, который вырабатывает электроэнергию, направляемую далее в аккумулятор электрической энергии. Конструктивно автономный уличный светильник состоит из трубчатой опоры, внутри которой образуется аэробарический участок с расположенным в нижней части электрогенератором и аккумулятором электрической энергии, в верхней части опоры установлена светодиодная панель и блок управления освещением, содержащий датчик освещённости, датчик движения и акустический датчик. На валу электрогенератора установлена аэровакуумная реактивная турбина, которые вместе образуют аэротурбогенератор (АЭТГ). Наружная стенка столба выполнена в виде «теплого ящика», остекленного прозрачным поликарбонатом. Наружная стенка является лучепоглощающей поверхностью, имеющей селективное покрытие из чёрного хрома – для эффективного использования энергии солнца. В верхней части столб оснащен активным дефлектором – для использования энергии ветра. Ниже АЭТГ в столбе имеются отверстия для входа воздуха. Светодиодная матрица и блок управления освещением установлены и закреплены в прочной стальной, антивандальной консоли [8].

В солнечную погоду за счёт прогревания стенки «теплого ящика» аэробарического участка в нём возникает самотяга, воздушный поток внутри полой опоры получает восходящее движение, подсасывая наружный воздух через отверстия. При движении восходящего потока воздуха он вращает аэротурбину и она приводит во вращение генератор, вырабатывающий электроэнергию. Когда дует ветер (вне зависимости днём или ночью), в дефлекторе возникает разряжение, что приводит к высасыванию воздуха из внутренней полости опоры. Высасываемый воздух создаёт восходящий поток, который при движении вращает аэротурбину и она приводит во вращение генератор. Ге-

нератор вырабатывает электроэнергию и заряжает его аккумулятор.

Днём блок управления освещением отключен от питания датчиком освещённости (фотореле «день» – «ночь»). В ночное время датчик освещённости подключает питание на блок управления освещением и при приближении пешехода датчик движения блока управления освещением включает светодиодную матрицу, которая вспыхивает и освещает окружающее пространство. По мере удаления пешехода датчик движения выключает питание светодиодной матрицы. С наступлением рассвета датчик освещённости полностью отключает питание блока управления освещением и светодиодная матрица гаснет вне зависимости от того есть ли вблизи пешеходы или автотранспорт или нет, так как при достаточной освещённости, она постоянно находится в выключенном состоянии. Этим достигается значительная экономия электроэнергии затрачиваемой на освещение, что снижает потребляемую генерирующую мощность и ёмкость, а значит массу и габариты АЭТГ и аккумулятора [9].

Выводы

Таким образом, мощность светодиодного светильника 20 Вт. При этом рекомендуемая эквивалентная термодинамическая температура светового потока должна быть на уровне 4500 К.

Список литературы

1. Галушак В.С. Системы наружного электрического освещения от возобновляемых источников энергии [Текст] / В.С. Галушак, Г.Г. Угаров, А.Г. Сошинов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2009. – № 7(55). – С. 15–18.
2. Галушак В.С. О возможности создания альтернативного энергонезависимого уличного освещения [Текст] / В.С. Галушак // Эффективність та якість електропостачання промислових підприємств: VI Міжнародна науково-технічна конференція / Інститут електродинаміки НАН України. – Маріуполь, Україна, 21–23 травня, 2008. – С. 271.
3. Шуберт Ф. Светодиоды [Текст] / Ф. Шуберт / Пер. с англ. Под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
4. Уличный светильник с питанием от солнечной и ветровой энергии: патент РФ / В.С. Галушак; № 2 283 985 МПК F 21S 9/02, заявка 200411089 от 09.04.2004. опубл. 20.09.2006. – Бюл. № 26.
5. Галушак В.С. Автономная светотехническая установка для уличного освещения сельских поселений [Текст] / В.С. Галушак // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 9. – С. 47–49.
6. Галушак В.С. Совершенствование сельского уличного освещения [Текст] / В.С. Галушак // NAUKA I INOWACJA, 2012, Materiały VIII Międzynarodowej NPK, Przemysł, 07–15 października 2012, Volume 21, P. 42–47.
7. Галушак В.С. Ветросолнечный уличный фонарь [Текст] / В.С. Галушак, С.С. Кухарек // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: VII междунар. науч.-тех. конф., 26–27 ноября 2009 г. – Саранск, 2009. – С. 160–163.
8. Галушак В.С. Инновационные направления в уличном освещении городов и сельских поселений [Текст] / В.С. Галушак, А.Г. Сошинов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – № 5(2), Т. 11. – С. 272–275.
9. Стратегия развития энергообеспечения в уличном освещении [Текст] / В.С. Галушак [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 5. – С. 162–165.
10. Экологические аспекты применения светодиодных осветительных приборов [Текст] / В.С. Галушак, Т.В. Копейкина // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 29–32.