

УДК 620.91

**А.В. Гришкова, А.С. Матрунчик**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРЯНЫХ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ В Г. ПЕРМИ**

Рассмотрена возможность установки и эксплуатации ветряных электрогенераторов на крыше высотного жилого комплекса на берегу р. Камы в г. Перми. На основании проведенного анализа и расчетов по данной проблеме были получены выводы о целесообразности использования такого типа получения электроэнергии.

**Ключевые слова:** ветряная электроэнергетика, возобновляемые источники выработки энергии, использование неисчерпаемых ресурсов.

Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью; так, в конце 2010 года общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 196,6 ГВт. В том же году количество электрической энергии, произведенной всеми ветрогенераторами мира, составило 430 ТВт·ч – это 2,5 % всей произведенной человечеством электрической энергии. Некоторые страны особенно интенсивно развивают ветроэнергетику, в частности: в 2011 году в Дании с помощью ветрогенераторов производится 28 % всего электричества, в Португалии – 19 %, в Испании – 16 %. К сожалению, в России лишь 0,0001 % электроэнергии вырабатывается за счет энергии ветра. В нашей стране успешно применяются ветрогенераторы малой мощности в южных животноводческих хозяйствах для механизации подъема воды. Практика показала, что их использование обходится в 4 раза дешевле, чем использование дизельных двигателей, и в 10 раз дешевле подвоза воды автомобилями [1].

На карте ветров России (рис. 1) видно, что районы со скоростями ветра, превышающими 5 м/с, находятся далеко на севере, юге и востоке страны, т.е. на большом расстоянии от регионов Центральной России, где проживает большинство потребителей электроэнергии.

В Пермском крае средние скорости ветра чуть менее 3 м/с (точнее, 2,4 м/с), что говорит о невысокой эффективности ветроустановок. Однако же стоит рассмотреть наиболее благоприятные условия для расположения ветрогенераторов в Перми.



Рис. 1. Энергоресурсы России. Ветровая энергия

По данным метеорологических исследований построен график зависимости скорости ветра от высоты (рис. 2). Для Перми, где скорость ветра у поверхности земли составляет 2,4 м/с, скорость ветра, необходимая для работы ветрогенератора, достигается на высоте около 100 м.

Также повышению эффективности установок способствует ее расположение на открытой местности. Исходя из данных условий подобрано месторасположение – расположенный на открытой местности жилой дом высотой 85 м, находящийся по адресу: ул. Окулова, 18. Проектом предусматривается установка ветрогенераторов небольшой мощности на крыше данного здания. Общая расчетная высота дома вместе с установкой составляет 100 м.

Площадь земельного участка под зданием составляет 1890 м (42×45). Для качественного освещения этой площади потребуются установка ламп типа Algol 1250 E94 HS завода НОРДКЛИФФ через каждые 10 м по периметру здания (рис. 3).

Необходима установка 12 ламп. Мощность осветительного прибора Algol 1250 E94 HS составляет 0,269 кВт; 12 ламп будут потреблять  $12 \cdot 0,269 = 3,228$  кВт. Работать лампы будут (усредненно за год) 10 часов в день, т.е. затраты на электроэнергию составят 32,3 кВт в день.

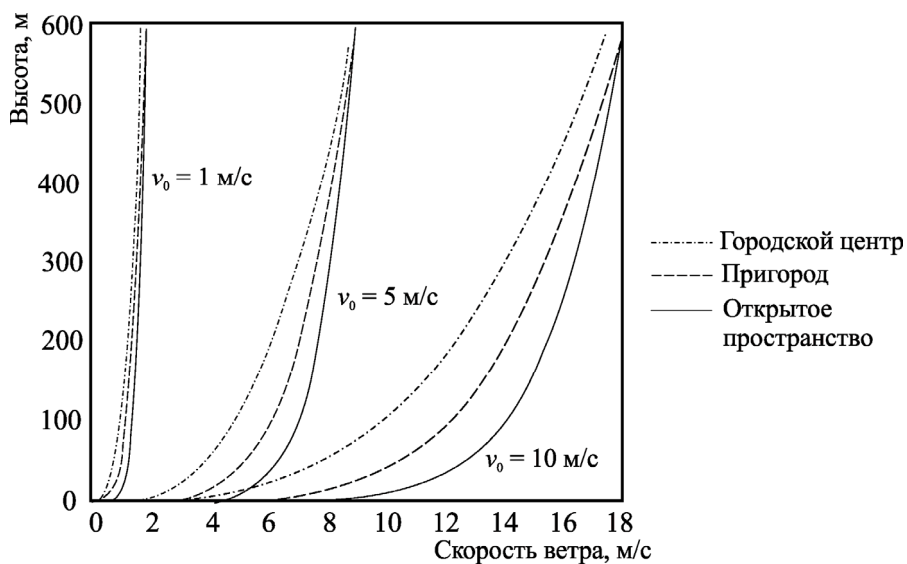


Рис. 2. Зависимость скорости ветра от высоты

К основным компонентам системы, без которых работа ветряка невозможна, относят следующие элементы [2, 3].

1. Генератор – необходим для заряда аккумуляторных батарей. От его мощности зависит то, как быстро будут заряжаться аккумуляторы. Генератор необходим для выработки переменного тока.

2. Лопасты – приводят в движение вал генератора благодаря кинетической энергии ветра.

3. Мачта – чем выше мачта, тем стабильнее и сильнее сила ветра, т.е. тем больше выработка генератора.



Рис. 3. Схема расположения ламп и вид светильника Algol

Дополнительные необходимые компоненты [2, 3]: а) контроллер – управляет основными процессами ветроустановки, такими как поворот лопастей, заряд аккумуляторов, защитные функции и др., преобразовывает переменный ток, который вырабатывается генератором, в постоянный для заряда аккумуляторных батарей; б) аккумуляторные батареи – накапливают электроэнергию для использования в безветренные часы, питание проектируемого объекта происходит от аккумуляторных батарей; в) анемоскоп и датчик направления ветра – необходимы для сбора данных о скорости и направлении ветра; г) АВР – автоматический переключатель источника питания, производит автоматическое переключение между несколькими источниками электропитания за промежуток в 0,5 с при исчезновении основного источника, позволяет объединить ветроустановку и общественную электросеть в единую автоматизированную систему, однако АВР не позволяет работать сети объекта одновременно от двух разных источников питания; д) инвертор – преобразовывает ток в аккумуляторных батареях в переменный, который потребляет проектируемое освещение. К установке необходимо принять инвертор, который преобразовывает ток в переменный с напряжением 220 В с модифицированной синусоидой (квадратная синусоида). Он пригоден для оборудования, которое не чувствительно к качеству напряжения, каким являются освещение, обогрев, заряд устройств и т.п.

К установке рекомендуются ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения, параллельной направлению ветрового потока. Такие генераторы используют для преобразования энергии ветра в другой вид энергии – подъемную силу. Это устройство предпочтительнее, поскольку может развить в несколько раз большую силу, чем устройства с непосредственным действием силы сопротивления. Вследствие этого лопасти, на которые действует подъемная сила, будут более быстроходными и иметь лучшее соотношение мощности и массы при меньшей стоимости единицы установленной мощности. По установочной мощности светильников выбран ветрогенератор Energy Wind 5 кВт (Стандарт). В комплект установки входит: турбина, мачта, лопасть, крепления, тросы мачты, поворотный механизм, контроллер, анемоскоп и датчик ветра. Ниже приведены характеристики генератора.

Мощность ветряка	5 кВт при скорости ветра 11 м/с, 1 кВт – при 6 м/с, 0,1 кВт – при 3 м/с
Количество лопастей	1 шт.
Контроллер	Energy Wind для ветрогенератора 4–10 кВт
Мачта	15 м
Аккумуляторные батареи	Delta(GEL) 200 А·ч, 12 В (4 штуки)
Инвертор	МАП-Pro – 6 кВт (48 В)
Цена	292 000 руб.

Выходная мощность ветроустановки (кВт) определяется только мощностью преобразователя (инвертора) и не зависит от скорости ветра и емкости аккумуляторов. Ее принято называть «пиковой нагрузкой». Этот параметр определяет максимальное количество электроприборов, которые могут быть одновременно подключены к системе. Невозможно одновременно потреблять больше электроэнергии, чем позволяет мощность указанного инвертора.

Время непрерывной работы при отсутствии ветра или при слабом ветре определяется емкостью аккумуляторных батарей (А·ч или кВт) и зависит от мощности и длительности потребления.

Скорость заряда аккумуляторных батарей (кВт/ч) зависит от мощности самого генератора. Также этот показатель прямо зависит от скорости ветра, а косвенно – от высоты мачты и особенностей местности. Чем мощнее генератор, тем быстрее будут заряжаться аккумуляторные батареи, а это значит, что можно быстрее потреблять электроэнергию из батарей и в больших объемах.

При выборе установки учитывались три основные характеристики:

- количество электроэнергии, ежемесячно необходимое объекту (в киловаттах);

- время автономной работы энергосистемы в безветренные периоды или периоды, когда потребление энергии из аккумуляторов будет превышать скорость зарядки аккумуляторных батарей генератором. Этот параметр определил количество и емкость аккумуляторных батарей;

- максимальная нагрузка на сеть в пиковые моменты (в киловаттах) была необходима для подбора инвертора переменного тока.

Рекомендуемый к установке ветрогенератор позволит выработать за день  $0,6 \cdot 6 \cdot 24 = 86,4$  кВт. Этого количества вырабатываемой энергии достаточно не только на уличное освещение, но и на другие нужды дома.

Произведенные экономические расчеты по приведенным затратам при условиях фиксированной стоимости электрической энергии (2,64 руб. за кВт) показали, что срок окупаемости рассматриваемой установки составит приблизительно 10,2 года.

### **Библиографический список**

1. Ветрогенерация [Электронный ресурс]. – URL: <http://alt.rkraft.ru/ru/statyi/vetrogeneratsiya.html>.
2. Германович В., Турилин А. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. Производство чистой электроэнергии при использовании энергии ветра. – М.: Наука и техника, 2011.
3. Кашкаров А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011.

**A.V. Grishkova, A.S. Matrunchik**

### **POSSIBLE APPLICATIONS WIND POWER IN PERM**

The possibility of installation and operation of wind power on the roof of a high-rise apartment complex on the banks of the river Kama in Perm. Based on the analysis and calculations on this problem were obtained conclusions about the usefulness of this type of power generation.

**Keywords:** wind power generation, renewable energy generation, the use of inexhaustible resources.

### **Сведения об авторах**

**Гришкова Алла Викторовна** (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение» ФГБОУ ВПО ПНИПУ (e-mail: [alla-grishkova@yandex.ru](mailto:alla-grishkova@yandex.ru)).

**Матрунчик Андрей Сергеевич** (Пермь, Россия) – студент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение» ФГБОУ ВПО ПНИПУ (e-mail: [tgv-kafedra@yandex.ru](mailto:tgv-kafedra@yandex.ru)).

### **About the authors**

**Grishkova Alla Viktorovna** (Perm, Russia) – Candidate of Technics, Associate Professor, Department of Heating, ventilation and water supply,

sewerage, Perm National Research Polytechnic University (e-mail: alla-grishkova@yandex.ru).

**Matrunchik Andrey Sergeevich** (Perm, Russia) – student, Department of Heating, ventilation and water supply, sewerage, Perm National Research Polytechnic University (e-mail: tgv-kafedra@yandex.ru).

Получено 20.03.2013