

А.М. Зевякин, студент гр. ЭЭб-154 (КузГТУ)

Н. М. Сорокин, студент гр. ЭЭб-152 (КузГТУ)

А. В. Тарнецкая, ассистент кафедры общей электротехники, (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **АНАЛИЗ МОЩНОСТИ И СРАВНЕНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

Рост тарифов на электроэнергию в России заставляет задуматься об экономии потребляемой электроэнергии и об альтернативных источниках энергии. Использование ветроэнергии в качестве дополнительного или даже основного источника электроэнергии может значительно сэкономить бюджет потребителей за счет низкой себестоимости энергии. Поскольку вырабатываемая мощность зависит от климата региона и конструкции ветрогенератора, для каждого случая следует рассматривать наиболее подходящие варианты. В данной статье представлено сравнение и краткий расчет эффективности ветрогенераторов двух типов для установки в частных домах Приморского края.

### *Плюсы и минусы ветрогенераторов*

Все ветрогенераторы работают по одинаковому принципу, состоят из мачты, на которую устанавливается контейнер с редуктором и генератором, инвертора, микроконтроллера и аккумулятора для накопления энергии. При выборе ветровой электростанции следует рассчитать потребляемую мощность электроустановок, которые будут питаться от генератора, и учесть все необходимые требования с учетом графика их включения. [1]

Ветрогенератор мощностью до 500 Вт может обеспечить электроэнергией осветительное оборудование, бытовую технику, подзарядить портативные электронные устройства. Относительно небольшие габариты делают такие установки доступными для транспортировки и удобного использования. Такие ветрогенераторы подходят для установки в частных домах, на дачных участках. Ветровые электростанции мощностью в 2-10 кВт вполне способны обеспечить электроэнергией небольшой жилой дом или предприятие. Если скорость ветра больше расчетной, и ветрогенератор вырабатывает дополнительную энергию, она накапливается в аккумуляторе и может быть использована в безветренную погоду. Ветровая электростанция мощностью до 20 кВт способна обеспечить электроэнергией небольшой поселок или базу отдыха.[5] Ветровые электростанции не наносят ущерба экологии, не загрязняют окружающую среду, поскольку в процессе преобразования отсутствуют вредные выбросы. Для ветрогенераторов не требуется никакого топлива – они работают исключительно на энергии ветра.

Трудности в эксплуатации ветрогенераторов возникают из-за неконтролируемых климатических условий и непостоянства ветроэнергии. В безветренных районах или в районах с малой скоростью ветра такая электростанция может оказаться бесполезной. Например, среднегодовая скорость ветра в Кузбассе (на высоте 10м над землёй) составляет 1,9 м/с, что является стартовой скоростью для работы большинства ветрогенераторов, поэтому в качестве примера локации для их использования рассматривается Приморский край, г. Владивосток, где в прибрежной зоне средняя скорость ветра составляет 5-6 м/с. Еще одним недостатком являются аккумуляторы – их стоимость составляет значительную часть от общей стоимости всего ветрогенератора, и они требуют замены приблизительно раз в 15 лет.[1] Также крупные ветряные электростанции создают шумы, их работа способна вызывать помехи радио- и телевидения.

Для сравнения ветрогенераторов примерно одинаковой малой мощности, но различных конструкций были выбраны следующие отечественные разработки: ветрогенератор с вертикально-осевой конструкцией Sokol Air Vertical-0.5 kW, представленный на рис.2, и ветроколесо нетрадиционной формы «Попутный ветер» 0.8 kW (рис.3). [3], [4]



Рис.1. Ветрогенератор Sokol Air Vertical-0.5 kW

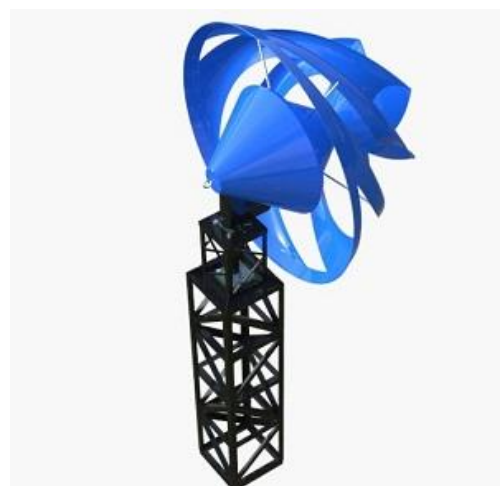


Рис.2. Ветрогенератор «Попутный ветер» 0.8 kW

Табл.1. Сравнение характеристик ветрогенераторов

Характеристики	Попутный ветер-0.5 kW	Sokol Air Vertical-0.5 kW
Стартовая скорость ветра	2 м\с	2 м\с
Генератор	Трехфазный	Трехфазный
Шумность	20 Дб	33 Дб
Рабочая температура	От -25 до +60	От -50 до +50
Номинальная мощность на 10 м\с	800 Вт	500 Вт
Максимальная мощность	1500 Вт	600 Вт

Вес	90 кг	160
Вырабатываемая электроэнергия	От 1 до 3 кВт\ч	0.5 кВт\ч

Построим график зависимости вырабатываемой электроэнергии за период времени (зима-осень). Расчетная формула генерируемой мощности [5]:

$$P = k \cdot R \cdot V^3 \cdot S / 2,$$

где  $k=0,2 \div 0,5$  – коэффициент эффективности турбины, учитывающий невозможность работы на установки на 100%;

$R$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> (при нормальных условиях  $R$  принимают равной 1,225 кг/м<sup>3</sup>);

$V$  – скорость потока воздуха, м/с;

$S=\pi D^2/4$  – площадь ветрового потока, м<sup>2</sup>;

$D$  – диаметр ветроколеса.

Полученные зависимости вырабатываемой мощности от сезонной скорости ветра показаны на рис.3.

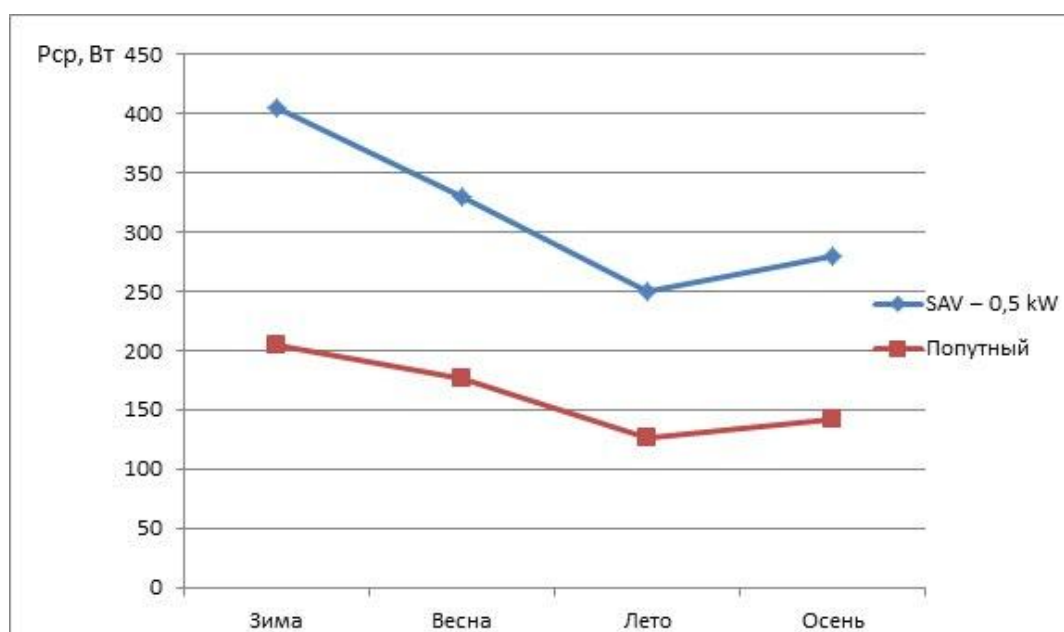


Рис.3. График зависимости мощности от сезонной скорости ветра в г.Владивосток.

Исходя из формулы мощности и с учетом общих для обоих ветрогенераторов климатических условий, можно утверждать, что в данном случае вырабатываемая мощность зависит только от диаметра ветроколеса, т.е. от его формы и конструкции. На основе полученных зависимостей можно сделать вывод, что генератор Sokol Air Vertical-0.5 kW является более подходящим для выработки электроэнергии в г.Владивосток, ежели «Попутный ветер». Если считать, что ежемесячное потребление электроэнергии в частном

доме равняется 250 кВт/ч, то средний платеж за услуги электроэнергии оставляет 675 рублей в месяц по тарифу 2,7 рублей за 1 кВт/ч. Таким образом, годовая стоимость электроэнергии составляет 8100 рублей. Приблизительная стоимость ветрогенераторов малой мощности 0.5-0.8 кВт колеблется в пределах 130-160 000 рублей, и по предварительным данным срок их окупаемости составляет 16 лет, не включая затраты на замену аккумуляторов и других составляющих. Несмотря на то, что выдаваемая номинальная мощность «Попутного ветра» на 300 Вт больше, ветрогенератор Sokol Air Vertical начинает вырабатывать мощность в 500 Вт при номинальной скорости ветра, равной 7 м/с, а «Попутный ветер» только при 10 м/с. Такое серьезное различие в стартовой и номинальной скоростях из-за отличий в форме ветроколеса делает ветрогенератор с вертикально-осевой конструкцией более привлекательным и окупаемым в условиях Приморского края и не только.

#### Список литературы

1. Ветрогенераторы своими руками [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-veterok.ru/vetrogenerator-opisanie.php> (03.11.2016).
2. Alternative energy [Электронный ресурс]. — многопредм. науч. журнал. Режим доступа: <http://batsol.ru/vetrogeneratoriy-klassifikaciya-i-tipy-konstrukciya-i-sxema-raboty.html> (03.11.2016).
3. EDs-group [Электронный ресурс] — сайт-каталог компании. Режим доступа: <http://energy-ds.ru/catalog/generating/vetrogeneratoriy/vetrogeneratoriy-sokol-air-vertical/sokol-air-vertical-05-kvt.html> (03.11.2016)
4. Любимый берег — группа компаний [Электронный ресурс] — сайт-каталог компании. Режим доступа: [http://любимый-берег.рус/index\\_2\\_2\\_2](http://любимый-берег.рус/index_2_2_2)
5. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] — сайт-энциклопедия. Режим доступа: <http://www.energya.by/raschet-vetrogeneratora-chto-nuzhno-uchityivat/> (10.11.2016)