

Микроветрогенераторы

Описание

Неравномерно нагревающая земную поверхность солнце вызывает движение воздуха – ветер. Вся достигающая земли солнечная энергия равна приблизительно 100,000,000,000,000 кВтч энергии. От 1 до 2 ее процентов становится ветровой энергией. Это преобразование происходит благодаря разнице температур на поверхности земли. Солнце больше согревает регионы, находящиеся ближе к экватору, и меньше – находящиеся ближе к полюсам. Земля, в свою очередь, «отправляет» накопившееся в ней тепло обратно в воздух и создает разницу температур. Как известно, теплый воздух легче холодного, поэтому в близких к экватору регионах он поднимается на высоту около 10 км и направляется на север или на юг. Если бы земной шар не вращался, то воздух двигался бы на высоте 10 км от экватора к полюсам, затем опускался бы на высоту 1 км и отправлялся обратно к экватору, создав постоянную циркуляцию. Но поскольку земной шар вращается вокруг своей оси, то вместе с этим вращением начинают перемещаться и воздушные массы. Эта сила вращения называется силой Кориолиса по имени известного французского математика Гюстава Гаспара Кориолиса (1792-1843).

Как видно из прилагающейся схемы, ветер поднимается вблизи от экватора и перемещается на север и на юг в верхних слоях атмосферы. На широте 30 градусов по обе стороны от экватора сила Кориолиса заставляет воздух двигаться намного быстрее благодаря большой разнице давлений, и на этой широте воздух начинает снова опускаться.

Так как ветер поднимается на экваторе, то около поверхности земли образуется область низкого давления, которая «притягивает» ветры как с севера, так и с юга. На полюсах же преобладает высокое давление благодаря быстрому охлаждению воздуха. Например, в дневное время воздух на побережье нагревается быстрее, чем вода в море, и поэтому воздух движется с моря на сушу, образуя морской ветер (дневной бриз). Ночью происходит обратное движение. Это движение заставляет двигаться и лопасти ветряной мельницы.

Простейший ветряк состоит из генератора, крепящегося на столбе, и трех лопастей. Лопастям придана стройная форма из-за их аэродинамической особенности, когда сила давления ветра должна превышать возникающее при движении сопротивление воздуха. Лопасти ветряка с помощью вала соединены с генератором (т.н. обратным электромотором). Энергия вращения его ротора (сердечника) преобразуется в электроэнергию. Современные ветряки бывают разных размеров, от 1,5 метров, которые можно использовать в быту, до гигантских турбин, напрямую соединенных с электросетью. Несколько ветряков образуют ветропарк.

Данный информационный материал рассматривает, прежде всего, ветровые микротурбины, которые подходят для использования в быту и покрытия нужд небольших общин.

Основные преимущества ветряков

- Микроветряки при удачном выборе подходящего размера, и местоположения являются прибыльной инвестицией;
- Произведенное микроветряками электричество проще всего использовать для отопления зданий, что в нашем климате дает обособленному хозяйству ощутимую энергонезависимость.
- Произведенную микроветряком электроэнергию можно также сохранить в пристроенном к дому аккумуляторном банке, который гарантирует снабжение электроэнергией также в темное время и в безветренную погоду, и является поэтому подходящим дополнением к солнечным панелям;
- Современные микроветряки можно устанавливать на имеющиеся подходящие строения без помех для окрестностей. Перед установкой следует убедиться в прочности конструкции здания и правильности выбора типа ветряка.

Недостатки

- В процессе работы ветряки шумят;
- Иногда ветряки оказываются на пути миграции птиц;
- Так как ветряки являются важным элементом ландшафта, то их установка может мешать некоторым людям и заинтересованным группам. Поэтому перед ходатайством о разрешении на строительство и установкой турбины необходимо проконсультироваться с соседями.
- Эффективность работы турбины зависит от ветровых условий в выбранном месте;
- Конструкция здания может не позволять монтаж ветряка. В этом случае следует найти подходящее для установки ветряка место недалеко от дома.

Принципы

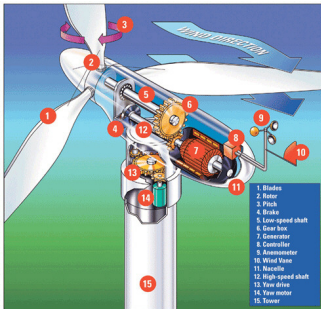
Производство энергии из ветра – процесс преобразования

Ветряк работает обратно вентилятору. Вместо того чтобы использовать электричество для создания ветра с помощью движения лопастей вентилятора, турбина использует ветер для изготовления электричества. Нам известен общий принцип: давление ветра заставляет двигаться лопасти, прикрепленные к валу ротора. В действительности же в начале процесса работы из электросети забирается электричество для того, чтобы придать весящему несколько тонн ротору начальную скорость вращения, необходимую для достижения точки равновесия между инерцией вращения ротора и силой ветра. Только после того, как ротор достиг нужной скорости, автоматика ветряка включает генератор на обратное действие, так что он больше не забирает электричество из сети, а отдает его обратно в сеть. Чем сильнее ветер, тем быстрее начинают вращаться лопасти. Но для того, чтобы слишком сильный порыв не разогнал лопасти слишком сильно, в ветряке, как и в автомобиле, есть коробка передач для проверки скорости передачи, которая поддерживает постоянную скорость вращения лопастей. Хотя под действием сильного, выше 10 м/с ветра лопасти двигаются с той же скоростью, благодаря коробке передач ротор вращается в четыре раза быстрее и производит в четыре раза больше продукции.

Произведенное электричество направляется по линиям передач и распределительным линиям на подстанцию, а оттуда далее в дома, офисы, школы. Турбина крепится на башне или столбе, достаточно высоких для беспрепятственного доступа ветра. Так, например, генераторы ветряков ветропарка Пакри в Харьюмаа установлены на башнях высотой 80 м, а в Германии есть генераторы, работающие даже на высоте 125 м. Автоматическое управление ветряка всегда подставляет его лопасти самым сильным и постоянным ветрам. При изменении направления ветра ветряк всегда разворачивает свой нос к ветру, а при уменьшении или увеличении силы ветра лопасти также вращаются вокруг своей оси (№3 на рисунке), чтобы, соответственно, ловить больше ветра (становятся перпендикулярно ветру) или наоборот – чтобы в случае слишком сильного ветра сопротивление было меньше (поворачиваются ребром к ветру, чтобы ветряк не сломался). Большие турбины для поворачивания их верхней части (лопастей и генератора) оснащены большими моторами, а для вращения лопастей вокруг их оси служат маленькие моторы. Маленькие микроветряки для разворачивания к ветру используют флюгер, установленный в хвосте.

Конструкция ветряка

На рисунке обозначены внешние и внутренние компоненты ветряка.



Важнейшие параметры ветряка:

- количество лопастей: три лопасти наиболее всего подходят для балансирования ротора и достижения равновесия между силой ветра и сопротивлением трению;
- длина лопастей: чем длиннее лопасти, тем больше площадь действия и количество производимой энергии;
- расположение лопастей по отношению к башне: практически все лопасти располагаются против ветра,

чтобы избежать возникновения шума во время прохождения лопасти мимо башни. Механизм ветряка. Лопасти турбины располагаются против ветра. Источник: Alliant Kids Energy

Типы микроветряков

Турбины с вертикальной и горизонтальной осями

Производится два основных типа ветряков, которые вращаются в разных направлениях или вокруг разных осей:

- Турбины, вращающиеся вокруг горизонтальной оси. В качестве примера можно привести колесо обозрения в Лондоне (*London Eye*) или традиционная голландская ветряная мельница.
- Турбины, вращающиеся вокруг вертикальной оси (карусели).
-

Турбина подходящего размера для индивидуального использования

Для среднего хозяйства самой подходящей может быть турбина мощностью 1-2,5 киловатта и высотой 1,5 метра или даже ниже, если выбор пал на модель, устанавливаемую на крышу. Такие турбины зачастую устанавливаются на строения, которое снабжается электроэнергией. Общинам подходят турбины мощностью от 5 до 15 киловатт, которые снабжают электроэнергией школы, офисы, залы или группы зданий. Более мощные турбины устанавливаются, в основном, на столб или опору высотой 10-15 метров. Турбина должна находиться на расстоянии не менее 100 м от зданий, за исключением здания, которое она снабжает электричеством. Один генератор мощностью 1,5 кВт при подходящих погодных условиях вырабатывает до 3000 кВтч электроэнергии в год, что является среднегодовым потреблением хозяйства. Для снабжения дачи достаточно и маленького генератора. С развитием и удешевлением технологии и росте цены на электроэнергию установка в домах, офисах и промышленных зданиях ветряков и солнечных панелей станет таким же обычным, как использование сегодня, например, телевизионных антенн.

Независимые/обособленные или соединенные с электросетью системы

Ветровую энергию малой мощности целесообразно использовать для производства электричества там, где электроснабжение традиционным путем (т.е. через

государственную электросеть) дорогостояще. Прежде всего, это касается отдаленных мест и маленьких островов. Такие обособленные от сети системы для хранения произведенного электричества требуют аккумулятора, зачастую ветряк используется вместе с дизельным генератором, чтобы вырабатывать электроэнергию также и в безветренную погоду.

Ветряки можно использовать и в местах, где есть соединение с государственной электросетью, в этом случае аккумулятор не нужен. Излишек электроэнергии можно направить в государственную электросеть и продавать ее производителям электроэнергии, которые перепродают ее потребителям. Таким образом возможно получить доход, который позволит частично компенсировать затраты на строительство турбины.

Например, 1 марта 2001 года Eesti Energia AS стало первым предприятием в Центральной и Восточной Европе, начавшим продажу Зеленой Энергии. Покупатели Зеленой Энергии потребляют электроэнергию, произведенную из ветра и воды, поддерживая таким образом расширение использования возобновляемых источников энергии. Потребление Зеленой Энергии подтверждает сертификат, выдаваемый потребителю соответственно количеству потребляемой электроэнергии и дающий право на использование торговой марки Зеленой Энергии. При поддержке покупателей Зеленой Энергии Eesti Energia основало крупнейшую в стране Линнамяэскую гидроэлектростанцию и восстановило Кейла-Йоаскую гидроэлектростанцию. Eesti Energia владеет также 2 ветряками в ветропарке Виртсу, первом ветропарке в Эстонии.

Критерии

Использование в доме

Зачастую идут споры о том, насколько микроветряки малой мощности (>2,5 кВт) способствуют уменьшению количества отходов и затрат. Это зависит от того, расположена ли турбина в подходящем месте, а также от энергопотребления здания. Если вы думаете об установке ветряка и желаете найти правильное решение, то прежде всего следует определить количество необходимой хозяйству энергии. Составляется энергетический баланс здания, и на основании полученной информации выбирается турбина подходящей мощности.

Соответствие микроветряка нуждам и уменьшение количества покупаемого электричества зависит от эффективности использования энергии. Сознательная экономия энергии и использование энергоэффективных устройств и энергосберегающих лампочек вместе с установкой 1-киловаттной турбины помогает уменьшить нужды в электроэнергии из сети.

Влияние климата

Количество производимого ветряком электричества, несомненно, зависит от скорости и постоянства движения воздуха в данном регионе, другими словами, от ресурса ветровой энергии этой местности. Так, например, ресурс ветровой энергии побережья выше, чем в глубине материка. Элементы ландшафта также влияют на климатическую систему, поэтому их следует учитывать при выборе места для установки турбины.

Влияние на окружающую среду

Шум

При работе турбин возникает слышимый низкочастотный шум.

Визуальное влияние

Некоторые люди считают визуальное влияние ветряков оскорбительным, особенно если они находятся на исторических объектах и ценных ландшафтах или вблизи них.

Влияние на природу

Турбины могут оказаться опасными для птиц и насекомых, если они налетят на турбину, но вероятность этого мала.

Установка

Выбор места для производства ветровой энергии

Ветровой потенциал

Скорость ветра может изменяться через короткие (несколько секунд) или длинные (несколько часов) периоды. Поэтому производство электроэнергии неравномерно в течение как короткого, так и длинного периода.

Измерение и использование продукции

Научный метод для измерения скорости ветра – это установка анемометра на столб с указателем направления ветра. Рекомендуется проводить измерения на высоте ротора ветряка. Для вычисления годового производства измерения следует проводить как летом, так и зимой.

Выбор места для производства ветровой энергии – ветровой потенциал около школы и около дома

У ветряка должна быть возможность улавливать ветер с основных направлений без препятствий в виде окружающих домов или деревьев. Основное направление ветра можно определить наблюдением за силой и направлением ветра. После этого следует измерить скорость ветра. Шест с закрепленным на нем анемометром и флюгером должен быть выше оконечности крыши дома или здания школы, и его следует надежно укрепить с помощью тросов. Так как скорость ветра постоянно меняется, следует проводить наблюдения через известные промежутки времени как днем, так и ночью в течение одного или более месяцев. Если есть такая возможность, стоит подумать об установке более сложной электронной записывающей системы (регистратора данных). Поскольку в течение года скорость ветра меняется, при планировании крупной инвестиции целесообразно проводить измерения в течение целого года, чтобы рассчитать годовую производительность турбины и сравнить ее с потреблением. Наличие записанного журнала данных позволяет как определить *среднюю* скорость ветра, так и рассчитать окупаемость инвестиции. Зная точную скорость ветра, можно на основании данных производителя ветряка связать среднюю скорость ветра с мощностью турбины и, исходя из этого, вычислить мощность производства электроэнергии. После этого можно сравнить полученный результат с показателями на счете за электроэнергию. Если количество произведенной ветряком электроэнергии на 25% превышает электропотребление, то можно подумать об инвестициях в маленький ветряк.

Выбор места

Для достижения наилучшего результата ветер должен беспрепятственно поступать к турбине. Деревья, здания и кочки препятствуют движению воздуха и/или создают «турбулентность». Вблизи таких препятствий количество производимой электроэнергии уменьшается. Влияние сказывается на высоте десятков метров над препятствиями, спереди и сбоку от деревьев и домов, а также на сотни метров в направлении ветра. Кочки могут полностью блокировать ветер некоторых направлений, тем самым устраняя важный источник ветра. Поэтому важно продумать местоположение турбины и провести измерения скорости ветра, чтобы максимально использовать мощность ветряка. На это может уйти год. Большинство ветряков устанавливается на открытых пространствах, на которых средняя скорость ветра – не менее 12 м/с.

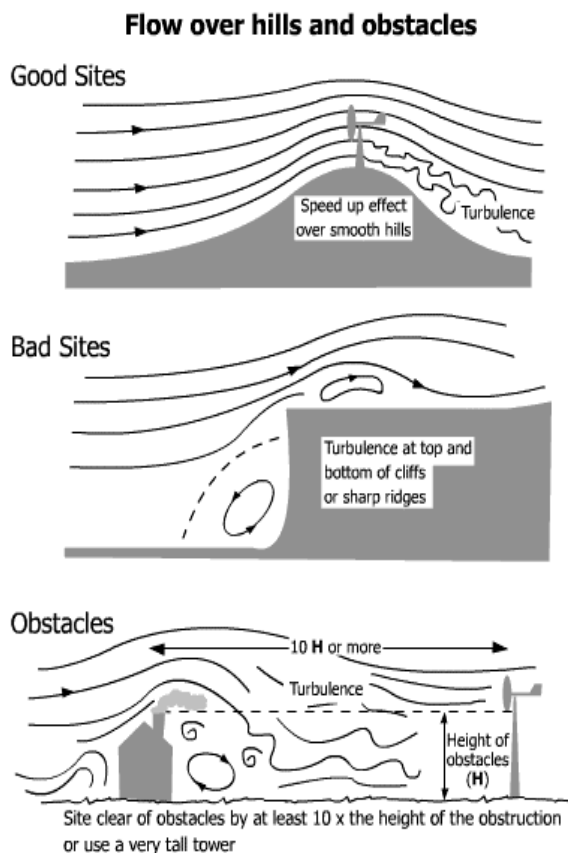
Экономическая целесообразность

Затраты

Стоимость установки одного 1,5-киловаттного ветряка – около 60 000 крон. Если микроветряк устанавливается на крышу, то перед его установкой следует провести экспертизу конструкции крыши (очевидно, к цене добавится еще несколько тысяч крон).

Продажа излишков электроэнергии в Эстонии

Согласно обязательству производства из возобновляемых источников, поставщики электроэнергии обязаны производить некоторую ее часть, направляемую клиентам, из возобновляемых источников. В 2001 году, когда это обязательство вступило в силу, Эстонская Республика взяла на себя обязанность к 2010 году увеличить долю электроэнергии, производимой из возобновляемых источников, до 5%. Отвечающие условиям производители энергии из возобновляемых источников могут продать каждый кВтч зеленой электроэнергии по фиксированной цене 115 сентов. Эта цена действует в течение 12 лет с момента подключения ветряка к сети. Также можно выбрать схему, при которой зеленая энергия продается сетевому предпринимателю по цене около **42 сента за кВтч**, при этом государственная дотация составляет **84 сента за кВтч**. Согласно третьей схеме электроэнергия продается по рыночной цене, а производитель ходатайствует у сетевого предпринимателя о выдаче зеленого



сертификата за каждый произведенный МВт, который можно продать по цене, исходящей из соотношения предложения и спроса.

При производстве подключенным в государственную электросеть ветряком большего количества энергии, чем используется, излишек можно продать энергетической фирме по одной из описанных выше схем. Зеленый сертификат (являющийся по сути зеленой ценной бумагой), означает, что для производства переданного в сеть электричества использовались возобновляемые источники, тем самым было уменьшено количество CO₂, выбрасываемое в атмосферу крупным производителем. Исходя из этого определяется и цена зеленого сертификата согласно цене квоты на выброс CO₂. Образно говоря, если ветряк вырабатывает 1 МВт зеленой электроэнергии, на Нарвских электростанциях останется невыброшенной 1 тонна углекислого газа. Так как Нарвские станции должны платить за каждую тонну выброшенного CO₂ налог за загрязнение, который достигает 300 крон за тонну, то, продав 1-мегаваттный сертификат, владелец ветряка получит эти 300 крон вдобавок к рыночной цене за проданный МВт электроэнергии. Покупателем сертификата может быть, например, какой-нибудь завод, которому разрешено за год выбросить ограниченное количество углекислого газа. Если завод в это количество не впишется, он обязан докупать зеленые сертификаты на рынке.

Дотации

Для компенсации инвестиций в технологии возобновляемой энергии в Эстонии можно получить дотацию при поддержке особых мер «Более широкое использование возобновляемых источников энергии при производстве энергии и в транспорте» Центра инвестиций в окружающую среду.

Также можно ходатайствовать о дотации для проведения исследований, связанных с различными проектами возобновляемой энергии, из средств программ IEE (Intelligent Energy Europe) и Interreg.

Дополнительная информация

Разрешение на строительство

В Эстонии на установку большого ветряка требуется разрешение, перед выдачей которого проводится исследование воздействия на окружающую среду и составление детальной планировки. При установке микроветряка целесообразно согласовать его параметры и место установки в местном самоуправлении, но исследование воздействия на окружающую среду и детальная планировка не требуются. Перед установкой турбины следует непременно связаться со специалистом местного самоуправления по строительству, который даст точную информацию о получении необходимого для установки ветряка разрешения и о требованиях безопасности.

Дополнительная информация

- Проконсультируйтесь с Эстонской ассоциацией ветровой энергии, которая
 - даст обзор подходящей технологии;
 - порекомендует поставщиков услуг от составления детальной планировки до инженеров-электриков;
 - поможет установщикам микроветряка при выборе подходящей технологии и предоставит список составителей энергобаланса здания;
 - предоставит список установщиков с соответствующим разрешением;
 - проинструктирует о различных этапах проекта.
- Посоветуйтесь с соседями или другими людьми, имеющими опыт установки ветряка.

Ссылки на эстонские сайты:

Эстонская ассоциация ветровой энергии предоставляет подробную и практическую информацию об установке ветряка:

<http://www.tuuleenergia.ee/>

Страница структурных фондов дает информацию о различных дотациях:

<http://www.strukturifondid.ee>

Целевое учреждение развития предпринимательства (Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus) дает информацию о различных дотациях начинающему предпринимателю:

<http://www.eas.ee>