Как сделать ветрогенератор для дачи

В последнее время я тратил много времени, работая над созданием источника собственной электроэнергии. Пока еще для меня это не является необходимостью, но может настать время, когда энергетическая самодостаточность действительно пригодится. Интерес к этой проблеме появился у меня некоторое время назад, когда я наткнулся на статью о том, как своими руками сделать ветрогенератор, используя мотор от привода беговой дорожки и кусок ПВХ трубы. Это выглядело достаточно просто, и я решил попробовать создать собственную конструкцию. То, что у меня получилось, можно собрать за относительно символическую сумму. При экономном расходе вы сможете генерировать 50…250 Вт, что значительно дешевле, чем панели солнечных батарей аналогичной мощности. Вот, для тех, кому это интересно, мой рассказ о том, как я построил генератор...

Видео

Прежде, чем погружаться в детали изготовления генератора, посмотрите его в действии на трех видеороликах, демонстрирующих три варианта, различающихся конфигурацией лопастей…

Смотри Video_1, Video_2, Video_3

Как работает мой генератор ?

Работа любого ветрогенератора, независимо от того, снабжает ли он электричеством город, или маленький радиоприемник, основана на одних и тех же принципах…

1. Дует ветер
2. Хвост генератора разворачивает его по ветру
3. Соединенные с генератором лопасти под воздействием силы ветра начинают вращаться
4. За счет вращения вырабатывается электричество, которое мы можем использовать непосредственно, или для зарядки аккумуляторов

Звучит довольно просто, правда? Ну, как, черт возьми, я его построю ?

Инструменты, детали и материалы. Конструкция лопастей.

Необходимые инструменты

Удивительно, но для постройки ветрогенератора требуется минимальный набор инструментов. Вот, чем пользовался я …

- Лобзик (или ножовка) и очень много терпения
- Дрель
- Два сверла 12.7 мм и 5.6 мм
- Рулетка

- Рожковый ключ
- Трубный ключ
- Транспортир (для измерения углов при изготовлении держателя лопастей)
- Шкурка (различной зернистости)

Необходимые детали и материалы

Я бедный студент колледжа и хотел придумать конструкцию настолько примитивную, насколько возможно. Я нашел такую в Интернете, и сделал ее еще проще. Все детали продаются в магазине, а собрать устройство можно за выходные дни одной недели. Какие-то детали, наверняка, валяются вокруг вас, а какие-то можно чем-нибудь заменить. (К примеру, вместо трубы 1" для опоры, можно взять диполь от телевизионной антенны).
Вот из чего я делал свой генератор…

- Стальной лист размером 254 × 356 мм
- Стальная трубка диаметром 6.3 мм, длиной 254 мм
- Фланец 1-1/4"
- Стальная труба прямоугольного сечения 25 мм, длиной 910 мм
- Диск от циркулярной пилы с внутренним отверстием 12.7 мм
- Оправка 15.9 мм × 12.7 мм для соединения диска с валом мотора
- Два металлических автомобильных хомута
- Отрезок ПВХ трубы диаметром 100 мм, длиной 200 мм
- Отрезок ПВХ трубы диаметром 200 мм, длиной 760 мм (подойдет и труба диаметром 150 мм)
- Мотор постоянного тока с постоянными магнитами (предпочтительно мотор от бегущей дорожки 30 В или 260 В, 5 А)
- Восемь 6 мм болтов с гаками и шайбами
- Два самореза по металлу диаметром 6.3 мм
- Выпрямительный диод на 10…40 А (чем мощнее, тем лучше)

Большинство перечисленных выше деталей (за исключением мотора) можно за один раз приобрести в магазине «Все для дома». Что касается моторов, самыми популярными типами считаются старые моторы, выпускавшиеся фирмой Ametek. Подбирать мотор надо по максимуму выходного напряжения на оборот в минуту. К примеру, один из моторов Ametek выдает напряжение 30 В при скорости вращения 325 оборотов в минуту, что позволяет использовать его как отличный генератор. Впрочем, подойдет практически любой коллекторный двигатель постоянного тока с возбуждением постоянными магнитами, при условии хорошего соотношения вольт/об. в минуту. Только имейте ввиду, что если вы намерены использовать вырабатываемую электроэнергию, необходимо получать напряжение, по крайней мере, 12 В, чтобы иметь возможность заряжать аккумулятор или питать инвертор. Моя установка может легко развивать 300…400 об./мин при среднем (для штата Оклахома) ветре. Последующие инструкции относятся к постройке генератора на основе двигателя Ametek с диаметров вала 5/8" (~15.9 мм), но легко могут быть применены к любому другому мотору. Введите в ebay «wind generator», и получите целый список хороших моторов.

Конструкция лопастей

Пожалуй, самой важной частью ветрогенератора являются его лопасти. Многие вырезали их из дерева или изготавливали из композитных материалов. Однако,

нам проще будет сделать комплект лопастей из стандартных ПВХ труб, причем без заметной потери эффективности. С помощью двух-трех футовых отрезков ПВХ трубы диаметром 150 или 200 мм мы прекрасно решим свою задачу. Но прежде, несколько банальных фактов из теории лопастей

- Чем длиннее лопасти, тем больше, если можно так выразиться, «площадь, с которой вы собираете энергию», тем легче раскручиваются лопасти при слабом ветре, но тем медленнее вращается генератор.
- Периферийные области лопастей всегда вращаются быстрее, чем внутренние, и это «передаточное отношение» всегда надо учитывать при конструировании лопастей. Наши предки учитывали, поэтому старые ветряные мельницы круглый год вращаются со скоростью 40 оборотов в минуту.
- Мощность, которую можно извлекать из энергии ветра пропорциональна кубу его скорости. Соотношение имеет следующий вид:

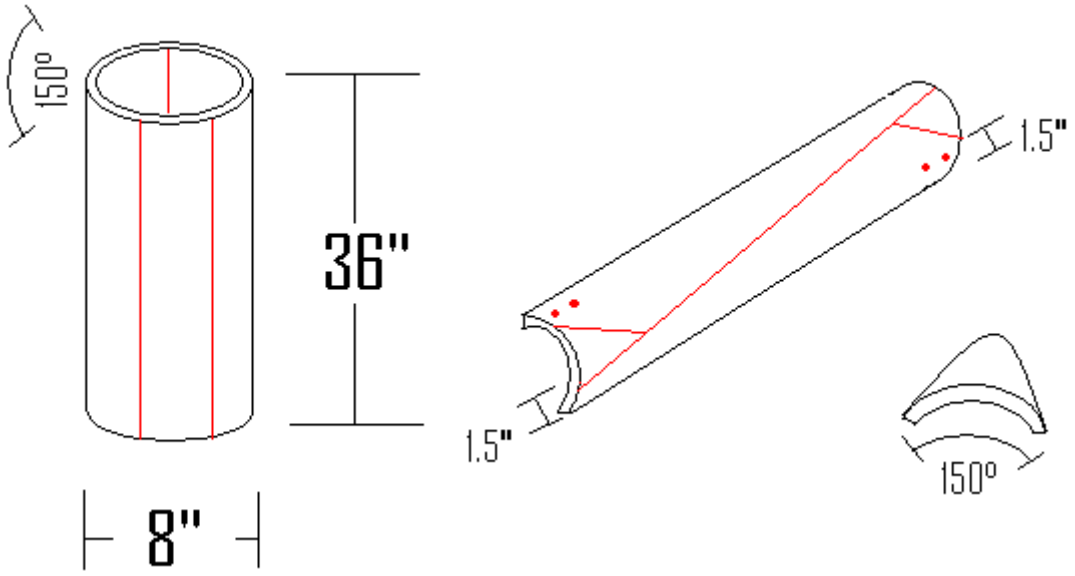
  $P=k\cdot V^3$, где
  k – константа ветрогенератора
  V – скорость ветра

- Согласно закону Бетца (Betz), ветровая энергия не может быть использована более чем на 59.3%. Так что, реальная формула будет такой:

  $P=0.593\cdot k\cdot V^3$, где
  k – константа, учитывающая потери в моторе генератора

- Чем выше вы поднимете генератор над землей, тем сильнее будет воздействие ветра на него. Обычная рекомендация – 7…15 метров, но меня вполне устроили результаты, полученные при высоте 3.5 метра.

Вырезать лопасти для генератора совсем несложно. Вам необходимо разрезать трубу вдоль на три секции. Две по 150°, и одну 60°. (Я попытался очень приблизительно иллюстрировать это с помощью CAD системы. Правда, на самом деле, моя CAD система – это MS Paint). Красным цветом изображены линии разреза. Для того, чтобы разметить трубу, вам потребуется рулетка и чертежная бумага (или газета). Из 150° секций можно будет изготовить широкие лопасти, которые раскручиваются при меньшей скорости ветра, но и вращаются медленнее. Вы сами поймете на практике, что оптимальный диапазон углов где-то между 75° и 150°. Лучше всего начать с комплекта широких лопастей, которые, если будет нужно, всегда можно сделать уже. Не забывайте: семь раз отмерь, один отрежь !

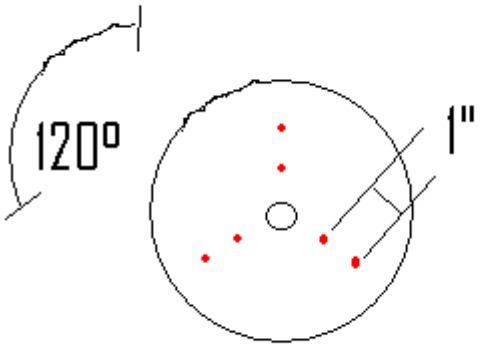


Вырезав лопасти, я хотел пойти дальше и сгладить все края. Если строго следовать теории аэродинамики, то лопасти у основания должны быть закруглены, а на концах сделаны плоскими. Но на практике я не видел особого различия между такими лопастями, и отрезками ПВХ трубы.
Итак, у вас должно получиться что-то типа такого:

Сборка генератора

Сборка ветроколеса

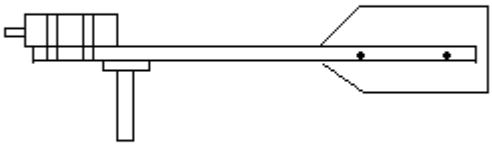
Теперь нам предстоит справиться с изготовлением держателя, к которому будут крепиться лопасти. Сделать это можно множеством способов. Я использовал диск от циркулярной пилы. Диски легко доступны и легко сверлятся. А с помощью стандартной оправки-переходника 5/8"-1/2", купленной в любом магазине товаров для дома, легко соединить диск с валом мотора.
Сверлом 6.3 мм просверлите через 120°3 группы по два отверстия, с расстоянием между отверстиями в группе 25 мм. Здесь вам потребуется транспортир. Картинка поможет понять, о чем идет речь.

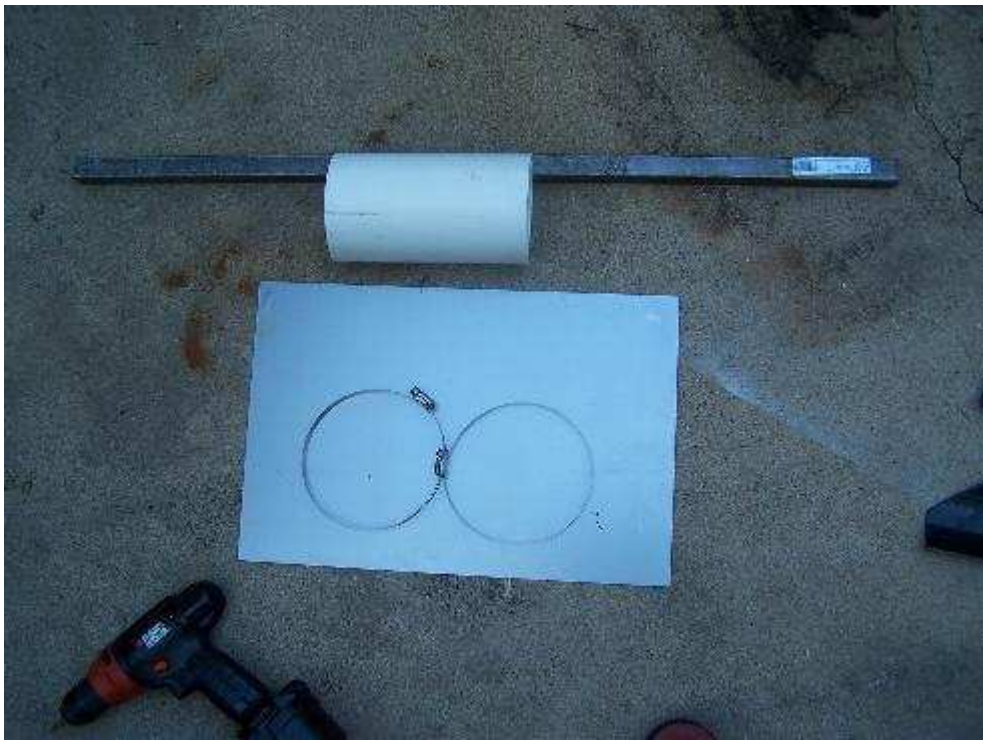


Это, кончено, незатейливая идея, но диск от циркулярной пилы прекрасно подошел мне в качестве держателя лопастей. Только обязательно защитите диск каким-нибудь пластиковым футляром, или чем-то еще, чтобы спрятать острые зубья. Иначе, если ваш генератор надумает рассыпаться во время работы, этот держатель может превратиться в колесо смерти.
После того, как отверстия просверлены, и диск спрятан в защитный футляр, можно присоединять лопасти. (Должен отметить, что на фотографиях изображено ветроколесо, у которого держатель лопастей сделан НЕ из диска пилы).

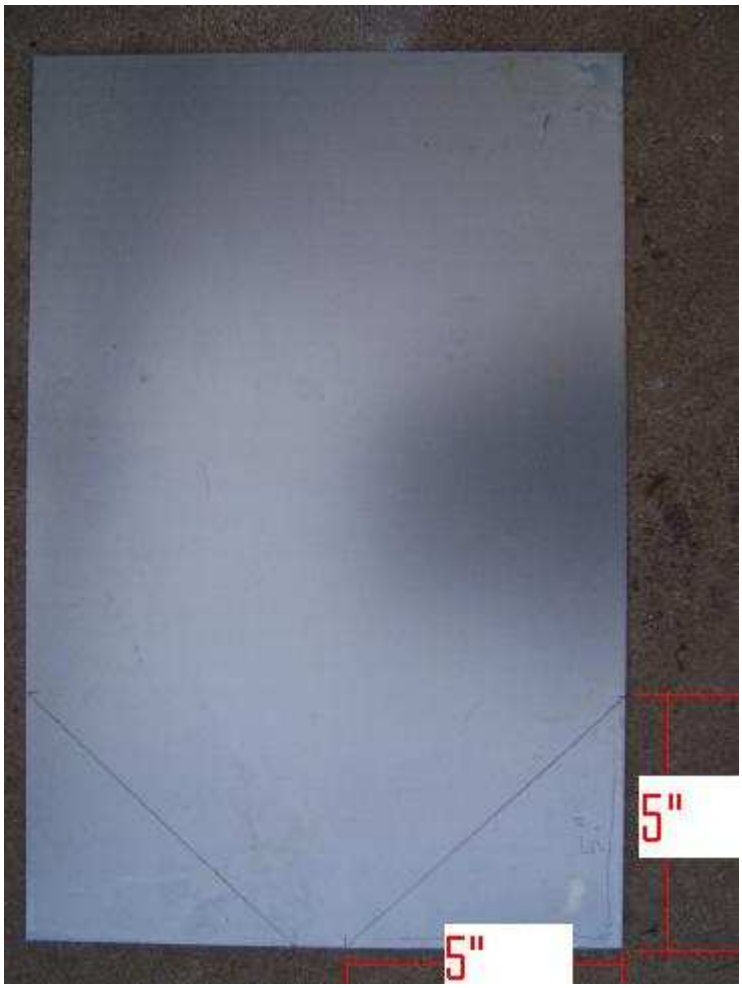
Сборка флюгера

Теперь надо сделать поворотную платформу, на которой будет стоять наш генератор. Для этого мы используем отрезок квадратной трубы, кусок водопроводной трубы, фланец и небольшой лист стали. Вот сделанный в моей «CAD системе» набросок того, каким я хотел видеть флюгер в сборе, и фотографии некоторых используемых деталей...





Первым делом я советую обрезать лист так, как показано на фотографии. (В принципе, это совершенно необязательно, и нужно только для того, чтобы сделать более приятным дизайн хвоста).



Теперь надо вырезать продольную щель по центру квадратной трубы на ее конце. Длина щели не особенно важна, но я предлагаю прорезать трубу на 230 мм, что позволит в последствии легче сбалансировать флюгер. Затем мы можем вставить хвост в вырез, просверлить два отверстия 6.3 мм и двумя болтами прикрепить хвост к трубе.

А теперь вырежем кожух для мотора. Отрезок 100 мм ПВХ трубы идеально надевается на мой мотор Ametek. Посмотрите, как именно я разрезал его. (Обратите внимание на вырез, через который будут выходить провода от мотора).

Идем дальше, и красим все детали, чтобы защитить их от непогоды. Я не рекомендовал бы вам заниматься покраской на крыльце дома, как это делал я.

После того, как все покрашено, мы можем приступить к сборке. Возьмите фланец и приложите его снизу к квадратной трубе на расстоянии 150…175 мм от переднего края. Наметьте положения двух отверстий и просверлите их сверлом 6.3 мм. Присоедините фланец болтами 6.3 мм. С помощью двух металлических хомутов, прикрепите к трубе мотор в кожухе. Вот, что должно поучиться…

Изготовление опоры

Для каждого ветрогенератора нужна опора. Свою я сделал из водопроводных труб и фитингов. Если у вас поблизости валяется мачта от телевизионной антенны, или что-либо подобное, следующий раздел можете не читать. Вот из чего я советую собрать опору…

- два отрезка трубы 1" длиной по 1.5 м
- трубная соединительная муфта 1"
- три тройника 1"
- четыре отрезка трубы 1" длиной 450 мм
- два отрезка трубы 1" длиной 300 мм

С основанием опоры генератора все понятно из фотографии. Соберите его из нескольких отрезков водопроводных труб и трех тройников.

Наконец, соединяем вместе два полутораметровых куска трубы, и получаем мощную и изящную мини-вышку для нашего генератора.

Готовый ветрогенератор

Наконец, мы готовы прикрепить ветроколесо к валу мотора с помощью оправки. А вам, конечно, хочется, не останавливаясь, присоединить к мотору какие-нибудь провода и подключить нагрузку или аккумулятор…

Вот фотография экспериментальной конструкции с шестью лопастями. Она закрутится практически при полном отсутствии ветра, но никогда не преодолеет скорости 100 об./мин. Зато, выглядит интересно !

А вот аккумуляторная батарея, которую параллельно питают генератор и солнечная батарея. Я просто взял два используемых на катерах 12 В аккумулятора, которые можно найти в любом магазине, торгующем автомобильными аккумуляторами и положил их в стандартный пластиковый ящик. По бокам ящика я сделал два отверстия под 12 В вентиляторы, вынутые из старых компьютеров Mac G4s (на фото не показаны). Непременно включите диод между аккумулятором и генератором, чтобы ток из аккумулятора не тек в мотор.

Оказалось, что если лопасти сделать немного тоньше, они будут лучше работать в моей местности. Поэтому я использовал большие белые лопасти, которые вы видели на предыдущей фотографии, и сделал их чуть-чуть тоньше. Это позволило добиться наибольшей скорости вращения вала, что можно увидеть на первом видео в самом начале.