

Цель проекта

Попытаться создать конструкцию ветряка, приемлемую для слабого ветра, преобладающего в средней полосе России.

Краткая история проекта

Картинка 0 — автор и творение.

Решение о реализации было принято в начале 2007 года, в это же время сделана первая закупка материалов. Изначально планировался диаметр около 2.5м, но по ходу проекта он вырос до 3.7м. Ветряк был готов в августе 2007, сборка была начата в этом же месяце и закончена в октябре.

Картинка 10 — Берлогово и ветряк.

После череды ремонтов и исправлений ошибок, на что ушла вся зима и весна 2007-2008 года, ветряк был запущен в более-менее совершенном виде в мае 2008 года с диаметром лопастей 3,8 м, после чего владелец надолго уехал из своего дома. Ветряк, оставшийся без присмотра, перенёс ещё одну тяжёлую аварию и затем был разобран.

Подходы к проектированию

Компоненты ветрогенератора и требования к ним

Кому нужен «ветряк на 1кВт»?

Рассказать наиболее подробно. Рыбалка.

Ветряк на 1 кВт - это понятие, во многом, мифическое, потому что энергию потребитель получает не от ветряка, а от аккумулятора. Можно было бы оценивать ветряк по выработке. Примерно расход электричества в доме можно оценить по показаниям счётчика. Допустим, вы можете расходовать 50 или 200 кВт*ч в месяц. Если у вас есть ветряк, который выдаёт 200 кВт*ч в месяц и если ветер дует постоянно, то средняя мощность такого ветряка будет всего лишь 280 ватт. При этом, мгновенная мощность у него может быть половину времени 560 ватт, половину времени — 0. А когда вы одновременно включите утюг и стиральную машину, мощность, потребляемая от аккумуляторов, будет 4 кВт. Поскольку вы включаете приборы не всё время, получается, что мощность приборов гораздо больше, чем средняя мощность, которую вы потребляете. Поэтому, для обеспечения 4 кВт нагрузки не нужен ветряк 4 кВт, нужен ветряк, который вырабатывает достаточное количество энергии для питания ваших приборов с учётом времени их работы, эту энергию мы запасём в аккумуляторе и используем её в нужный момент. Если это приборы 220В, то нам будет нужен инвертор на 4 кВт.

Выбор рабочего диапазона ветров

Изучить ветер в конкретном месте — задача, лишь немногим более простая, чем постройка ветряка. Главное, для неё нужны большие затраты времени.

Выбор конструкции ветряка

Из той информации, которую мы собрали, получилась такая картина:

- ветряки с вертикальной осью либо страдают от вибраций (Дарье), либо у них слишком большая материалоемкость и буреустойчивость (Савониус);

- многолопастные ветряки хорошо стартуют при слабом ветре, но они слишком медленно вращаются. При этом, для одного и того же генератора, мощность растёт как квадрат числа оборотов. Значит, многолопастному ветряку нужен мультипликатор, который сильно усложняет его конструкцию. Поэтому мы выбрали самую популярную конструкцию - трёхлопастной ветряк с горизонтальной осью. Нужно было выбрать ещё и быстроходность и мы выбрали её в диапазоне 4,5 — 5, чтобы ветряк вращался не слишком быстро. Ветряки с большой быстроходностью имеют более высокие требования к качеству поверхности и создают больший шум — шум растёт как 2^5 от скорости, значит, при быстроходности 9 при той же скорости шум лопастей будет в 32 раза больше, чем при быстроходности 4,5.
- для простоты обработки мы выбрали некручёные лопасти.
- генератор мы сделали по конструкции Хью Пиготта. В этом генераторе неэффективно расходуются материалы, но в нём снижены потери в стали, нет залипания и магнитных сил, которые может препятствовать запуску ветряка при слабом ветре.

Ветроколесо и генератор

- получают энергию ветра и превращают в электричество. Выбираются так, чтобы обеспечить выработку оптимального количества энергии. При этом учитываются следующие факторы:
 - потребности в энергии. В нашем случае, потребности оказались в пределах 1кВт*ч в день, главное применение — накачка воды из реки для полива огорода, а также освещение и нерегулярное использование электроинструмента. Но если не получилось бы 1кВт*ч в день, то и 50Вт*ч в день избавило бы Сергея от необходимости носить аккумулятор на зарядку в другой дом
 - наличие и сила ветра; в нашем случае с двух сторон площадка закрыта деревьями высотой 10-20м, с двух открыта. В целом, поле находится в котловине, ветры достаточно слабые. Также известно, что вообще в России ветер достаточно слабый и, чтобы не понадобились слишком большие аккумуляторы нужно рассчитывать на скорости, начиная с 2,5 м/с. Мы выбрали рабочий диапазон 2,5-8м/с.
 - экономические возможности. У нас изначально было мнение, что магниты окажутся самой дорогой частью ветряка (так и оказалось), поэтому мы купили магниты исходя из наличия денег, а дальше всё строили вокруг них. Сметы не было.
 - ёмкость аккумуляторов. Надо считать, что большую часть времени ветряк работает на аккумулятор. У любого аккумулятора есть предельный зарядный ток. Предельная мощность ветрогенератора не должна превышать предельную мощность зарядного тока.
 - вопрос страгивания. Если нужно, чтобы ветряк работал при слабом ветре, может возникнуть проблема со страгиванием.
 - быстроходность.
 - буреустойчивость.
 - стоимость остальных электрических компонент. Чем больше ток — тем толще провода.

Но мы всё это не выбирали, а просто нам попались в пределах наших экономических возможностей магниты подходящей формы, масса их была в пределах 2,5-3 кг и заплатили мы за них 9 тыр.

Картинки 20-65

Электрика и электроника

Электрика — это выпрямитель, в основном, провода, ведущие к дому, контроллер заряда, батареи, балластная нагрузка и инвертор. Контроллер заряда управляет зарядом батареи и сбрасывает излишек энергии на балластную нагрузку.

Также необходим громоотвод, но у нас его не было. При отсутствии громоотвода может сгореть не только ветряк, но и дом, погибнуть люди.

Выпрямитель

Ветряк выдаёт переменный ток, для заряда аккумуляторов нужен постоянный. Требуется выпрямитель, который устанавливается на мачте. **Картинка 70-80.**

Аккумуляторы

Аккумуляторы должны удовлетворять трём условиям: они должны принять максимальный зарядный ток, который выдаёт колесо (для автомобильных свинцовых — $1/10..1/20$ номинальной ёмкости). Они должны накапливать столько энергии, чтобы не было больших перебоев с электричеством во время штиля. Их разрядный ток должен быть достаточным для покрытия любой нагрузки, которую мы хотим подключить к ним. Для автомобильных аккумуляторов допустимо порядка 1 номинальной ёмкости, если я правильно помню. Мы купили два камазовских на 190А*ч. Они требуют обслуживания (измерение плотности, долив воды). Также желательно их держать в тепле, но не в жилом помещении.

Контроллер заряда

Управляет зарядом батарей и работой нагрузки, если она подключена к батареям. При полном заряде батарей и отсутствии нагрузки сбрасывает излишки энергии на балласт. У нас была очень простая схема, по мотивам конструкции Хью Пиготта.

Выбор рабочего напряжения

Чем больше, тем лучше с точки зрения эффективности, т.к. уменьшатся потери энергии в выпрямителе и проводах, но и тем опаснее и тем менее надёжной становится работа аккумуляторов (т.к. слишком много банок). Мы выбрали 24В, что и всем рекомендуем. Кто использует низковольтные приборы, существуют варианты ламп и других приборов не только для легковых автомобилей, но и для грузовиков, в т.ч., на 24В.

Инвертор

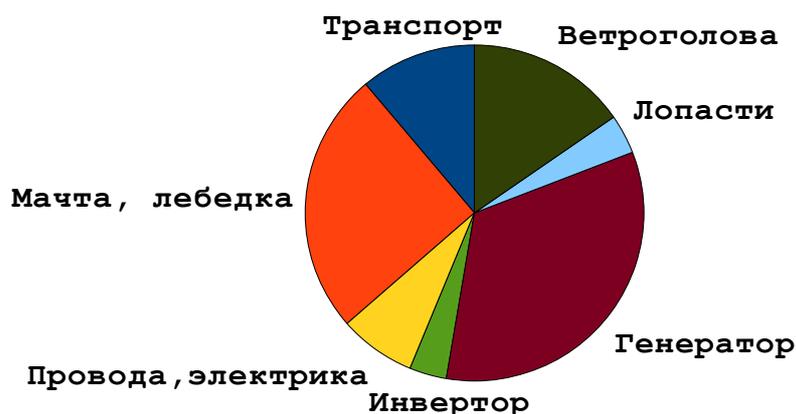
Инвертор превращает энергию аккумуляторов в переменный ток. Как правило, мощность нагрузки, которую можно подключить к сети 220В, ограничивается мощностью (и стоимостью) инвертора. Мы купили дешёвый инвертор мощностью 500 ватт, можно было купить гораздо более мощный.

Мачта

Мачта поднимает пропеллер туда, где есть ветер. Чем мачта выше, тем сильнее ветер и тем она дороже и сложнее её поднимать. В нашем случае мы нашли в лесу бревно, которое было высотой около 13 метров, и его использовали. Картинки 80-с3, d0

Статистика затрат

Картинка с4



Сумма затрат примерно 52000 руб.

Трудозатраты без учёта ремонтов и переделок составили примерно 1 человеко-месяц в Москве и 2 человеко-месяца на месте строительства ветряка. Отчасти это была неквалифицированная работа (таскать бревно, копать ямы), часть работы возникла из-за наших ошибок. Но в любом случае, видимо, работу можно оценить как минимум ещё в такую же сумму.

Наши достижения

Цель достигнута, доказано, что можно сделать ветряк для слабого ветра и он будет не слишком дорогим. По расчётам и по небольшим полученным экспериментальным данным (в течение 2 недель) наш ветряк выдаёт в среднем 1-1.3 кВт*ч в день, достаточно для работы насоса «малыш» в течение 4-5 часов, или для круглосуточной работы 50-ваттной лампочки, или для круглосуточной работы ноутбука, или для работы небольшого и хорошего холодильника.

Наши ошибки

Ошибочная система увода от ветра — не работала. Стали делать слишком большой ветряк. Слишком тяжёлая мачта (предположительно, масса мачты - около 500 кг).

Сравнение с аналогичным китайским генератором

Картинка d1.

Вариант 1 — наш ветряк при мелкосерийном производстве: 99 тыр

Вариант 2 — китайский ветряк: 130 тыр — площадь составляет 0,62 от нашей, но (наверное) все детали более эффективно работают. Аккумуляторы меньшей ёмкости (чаще перебои), инвертор мощнее (можно подключать холодильник, утюг и т.п.).

Вариант 3 — китайский ветряк с упрощённой электроникой и самодельной мачтой — 80 тыр

Наш ветряк специально заточен на ветер от 2.5 м/с, китайский, хотя и заявлено, что будет стартовать при 2,5-3 м/с, всё же рассчитан на ветра 3-8 м/с.

Ветряк должен работать хотя бы 10 лет, чтобы окупиться, даже при «китайской» стоимости.

Сравнение с бензогенератором

Система: аккумуляторы 2x190 (зарядная мощность 220-450Вт) 9600+инвертор 6000=16600.
+ генератор (1 в год)=5000 р+бензин ($365/1,5=240$ л в год=4800) = 9800 в год. Итого за 10 лет=16000+98000=114000р.

Преимущества — меньше риск, меньше начальные затраты, можно дешево увеличить расход эл-ва.

Недостатки — нефть, зависимость от инфляции.

В целом примерно то же самое, если ветряк проработает 10 лет.

Сравнение с солнечными батареями

Не знаю, как сравнить, т.к. нет данных по реальной выработке зимой. Летом батареи явно выграют. 1Вт=4\$. В среднем летом 1 ваттная батарея выдаст 0.2-0.3Вт, значит, для получения 1кВт*ч в день нужно 41.67 Вт в среднем ~ 200 Вт установленной мощности $\sim 2м^2 = 800\$$ = 24 тыр — примерно вдвое дешевле ветряка и менее вероятна поломка.

Комбинировать

Ветряк желательно комбинировать, т.к. штиль может продлиться 10 и более дней и в этот момент электричества не будет. Одна из возможных комбинированных систем:

Система: аккумуляторы Камаз 2x190 10000

инвертор Китай 6000 (2 кВт)

генератор 600-800 вт — 5000 р

При зарядке аккумуляторов желательно подгружать генератор чем-то ещё, иначе часть топлива будет сгорать впустую.

ветрогенератор самодельный 2,2м, 15000 р материалы, своя работа.

Итого 36000 р, $\sim 15-20$ р/кВт*ч.

Если Вы хотите купить ветряк

Мы не покупали ветряка, не можем ничего посоветовать. Качество зависит от производителя и у любого производителя могут быть проблемы. Для ветряка качество принципиально важно, т.к. он окупается через 10 или более лет, по сравнению с бензогенератором. Я бы купил ветряк, если бы модель была в производстве хотя бы 5-10 лет и производитель давал бы гарантию хотя бы 5 лет.

Если Вы хотите сделать ветряк сами

Картинка e1

В принципе, человек, который дружит с техникой и достаточно настойчив, может осилить изготовление ветряка. Наши советы:

1. Горизонтальная ось

2. Три лопасти

3. Генератор и конструкция Hugh Pigott. Никаких автомобильных генераторов.

<http://www.scoraigwind.com/>

4. Купить книгу (10 фунтов стерлингов - примерно 400-600 рублей) и сделать по ней — в десятки и сотни раз дешевле, чем экспериментировать (а мы такой книги не купили и это зря).

5. Быстроходность 4.5 — 5

6. В России слабый ветер, сделать поправку — больше диаметр лопастей при таком же количестве меди и магнитов. Начало зарядки — при 2.5 м/с, аварийная защита — при 8м/с.

<http://www.scoraigwind.com/>

7. Хорошие подшипники — обязательно. Мы использовали автомобильную ступицу — дёшево, достаточно качественно и хорошая прочность. Для меньшего ветряка это вряд ли подойдёт, но на подшипниках экономить нет смысла, т.к. в случае аварии придётся менять всё и они составляют незначительную долю стоимости.

8. Магниты заказывать из Китая по почте.

9. Автомобильный аккумулятор, как утверждают в интернете, работает с ветряком около 8 лет, если он качественный, если за ним следить (доливать воду, мерять плотность) и если разрядный/зарядный токи не слишком велики. Желательно ставить аккумулятор в частично утеплённом, отдельном от жилья помещении или «конуре».

10. Оптимальный диаметр любительского ветряка — 1,5-2,5м. Хороший 1.5 ветряк хорошо подходит к «жигулёвскому» аккумулятору и зарядит его в среднем за полтора суток при среднем ветре 4 м/с, типичном для центральной России. Он позволит примерно 40 минут в день качать воду «малышом». Ветряк диаметром 2,2м — вдвое производительнее, он за полтора суток зарядит пару легковых аккумуляторов, соединённых последовательно (напряжение 24В). Если энергии не хватает — надо поставить несколько ветряков. Есть такая особенность ветряков, что стоимость ветряка растёт быстрее его мощности. Для промышленных ветряков одного китайского производителя самый выгодный ветряк по отношению цена/мощность был диаметром 4 метра, но для любителя такой ветряк сложен, поэтому нужно делать меньшего размера.

11. Средняя мощность будет 10-20 ватт, пиковая — 60-120 ватт. Эти цифры покажутся маленькими, но не надо расстраиваться — это совершенно нормальные значения, за время набегит достаточно энергии. Смысл работы ветряка — не в рекордах мощности, а в том, чтобы он начинал заряжать батарею при лёгком дуновении ветерка.

12. Желательно сделать страховочный ручной механический тормоз, срабатывающий с помощью тросика, находящегося на безопасном расстоянии, т.к. в самодельной конструкции может отказать всё, что угодно, а разлетающиеся лопасти опасны.

13. Необходим громоотвод (у нас его не было и это плохо).

14. Независимо от практического результата, удовольствие от процесса создания ветряка вы получите.

Показать картинки, последняя — Берлогово.

Ветряк как образ жизни

В ходе создания ветряка мы чувствовали себя командой и много общались с природными стихиями во всех их проявлениях. Особенно хорошо мы общались с ветром, следили за ним всё время. Мы чувствовали себя как рыбаки, которые его ловят, или как путешественники

под парусом. При сборке мы много времени провели на улице и об этом тоже приятно вспомнить. Так что делать ветряк — это очень своеобразное хобби, которое сочетает в себе технику, природу и азарт. Впрочем, это всё мы испытали только из-за того, что мы были любителями. Если бы мы были профессионалами, все вопросы бы были решены при создании первых опытных образцов, а общения с природой не получилось бы, т.к. мы собрали бы его быстро.

Что мы могли бы сделать для вас?

Если есть желающие рискнуть, можно обсуждать изготовление нами ветряка. Историю нашего ветряка вы знаете, мы не боги и не обещаем, что он будет работать вечно. К тому же у нас есть другие дела. Лучше, если мы будем видеть перспективу изготовления серии хотя бы из 10 штук. Можно точно сказать, что возможно сделать ветряк, который будет в «Благодати» заряжать жигулёвский аккумулятор за полтора суток, если не стоит полный штить. Ориентировочно, вся система будет стоить 25-50 тыр при серии в 10 штук. Но сначала нужно сделать экспериментальный образец и испытать его хотя бы в течение года. Гарантию 5 лет мы дать не можем и реально никто не может её дать, т.к. у китайцев технология постоянно меняется, а значит, могут быть внесены ухудшения в работу, кроме того, нестабильное качество, да и сам продавец за 5 лет может обанкротиться. Кроме того, даже если будет гарантия, смерч снесёт любой ветряк, этот случай гарантией не покрывается и с этим ничего поделать нельзя. Может быть, можно работать напрямую с китайскими заводами и получать гарантию от них, а не от российских продавцов, но мы это не пробовали.

Что мы делаем дальше

Паровые машины на фреоне — сочетание мощности, дешевизны, дают энергию в любое время, экологичны.

Экология

Шума и вибрации никаких нет.

Грязь — это электронные компоненты и особенно аккумуляторы. Не проводили сравнение с электростанцией.