

Презентация научно-исследовательской работы на тему:

"Изучение принципа работы  
ветрогенераторов, улучшение или  
сохранение КПД при уменьшении  
материалов "

Исполнитель:

Ученик 10 "А" класса Никонов Артём

Руководитель:

Учитель физики Конева Наталья Викторовна

Цель:

- 1.Изучить способы повышение КПД ветрогенераторов
- 2.Предложить варианты увеличения КПД
- 3.Посмотреть влияние новой формы на КПД

Задачи:

- 1.Изучить принцип работы горизонтального ветрогенератора.
- 2.Изучить факторы, влияющие на КПД ветрогенераторов.
- 3.Изучить принцип работы новой формы ветрогенератора.
- 4.Разработать варианты ветрогенераторов.
- 5.Посмотреть на изменение КПД и материалов для новой формы ветрогенератора.

Новизна:

- 1.Получение экспериментальных данных, влияющих на КПД ветрогенераторов с разными вариантами формы ветрогенераторов.
- 2.Усовершенствование конструкции ветрогенераторов.

# Принцип работы ветрогенератора

Для получения энергии из ветра, используют его кинетическую энергию для вращения лопастей аэродинамической формы, которые в последствии вращают главный вал. Редуктор подсоединенный к валу, увеличивающий скорость вращения вала, для более частого пересечения силовых линий в генераторе.

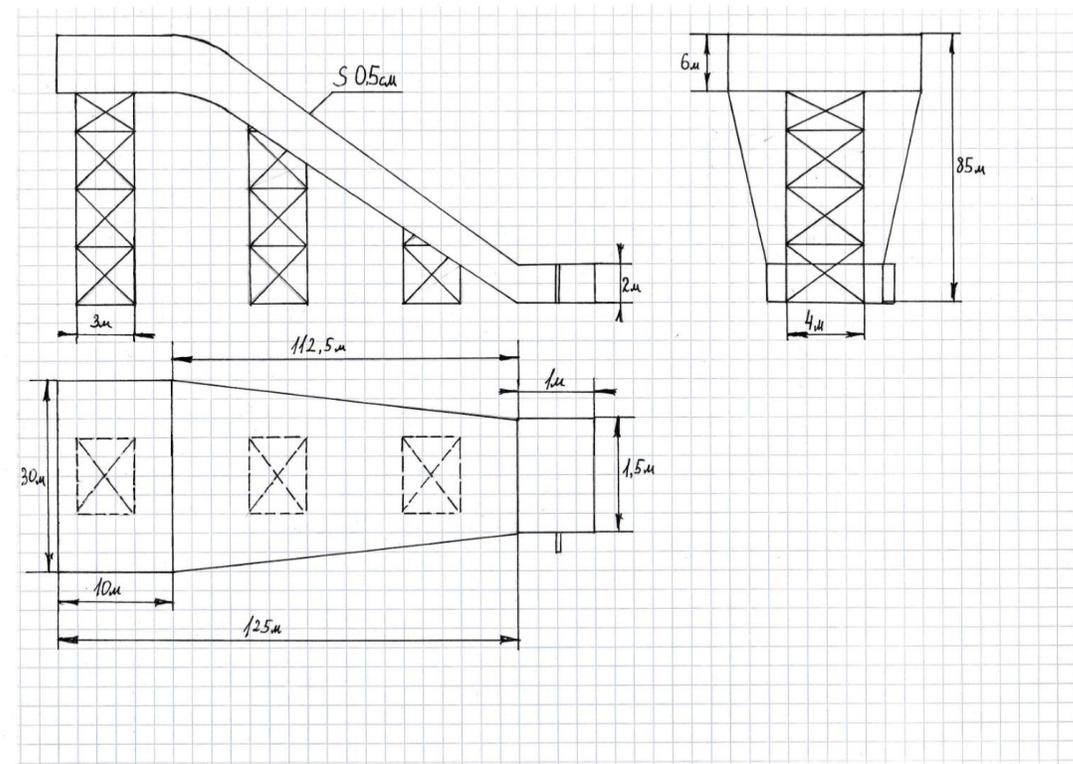
Вывод суммарного тока осуществляется, взаимодействием контактных колец со скользящими по ним щёткам, соединённые с внешней цепью. Далее постоянный ток идёт к силовому шкафу, которые предотвращает от импульсивных перенапряжений и распределяет ток дальше.

# Факторы КПД ветрогенератора

- 1.Аэродинамика лопастей. Угол ветра и хордой лопастей, численность лопастей, материал лопастей.
- 2.Высота башни. Из-за большей высоты будет уменьшаться влияние трения скорости ветра о поверхность земли и на большей высоте ветер будет более равномерным, что будет снижать нагрузку турбины.
- 3.Система ориентации на ветер. Флюгер и анемометр будут настраивать гондолу на перпендикулярность ветра.
- 4.Система регулирования мощности. При необходимости будет изменять угол установки лопастей, дабы понизить мощность при высокой скорости ветра.

# Вариант формы ветрогенератора

Принцип работы будет основаны на концентрации ветровых потоков при помощи закона Бернулли и эффекта Вентури. Скорость течения газа в узкой части будет больше, чем на участке с большим диаметром.



Данная форма будет выгодна в плане уменьшения использования бетона и стекловолокна, ведь несколько опор позволяют распределить вес конструкции поровну, но при строительстве конструкция будет из алюминия.

При наличии определённых данных мы сможем найти соотношение некоторых параметров, которые помогут решить насколько эффективен вариант ветрогенератора.

Увеличение параметров: Скорость, алюминий, время,

Уменьшение параметров: Высота, ометаемая площадь, бетон, стекловолокно, энергия и мощность ветра.

# Формулы

1.  $(\gamma/(\gamma-1)) * (P_1/\rho_1) + (v_1^2/2) + gh_1 = (\gamma/(\gamma-1)) * (P_2/\rho_2) + (v_2^2/2) + gh_2$ ,  
адиабата ветра 1.4

2.  $\text{КПД} = (A_{\text{п}}/ A_{\text{з}}) * 100\%$ ,  $A_{\text{п}}=A=FS$ ,  $S=S_2$ ,  $F=a_{\text{ц}}=V_2^2/R_2$ ,  $A_{\text{з}}=0,593$ (предел Беца)\*  $MB$ .

3.  $b_2/b_1$

4.  $h_2/h_1$

5.  $\text{СТВЛКН}_2/\text{СТВЛКН}_1$ ,  $\text{СТВЛКН}_2 = \text{СТВЛКН}_1/S_1 * N * S_2$

6.  $t_2/t_1$

7.  $V_2/V_1$

8.  $\text{ЭВ}_2/\text{ЭВ}_1 = MB_2/MB_1$

9.  $S_2/S_1$

10.  $S = N\pi R^2$

11.  $m = V\rho$

# Расчёты

$$1. (1.4/0.4) * (94125.59/1.119) + (6.84^2/2) + 9.81*85 = (1.4/0.4)*(95192.17/1.132) + (v_2^2/2) + 9.81*1$$
$$294517.76 + 23.39 + 833.85 = 294777.9 + v_2^2/2 + 9.81 \quad 295375 = 294787.71 + v_2^2/2 \quad v_2^2/2 = 587.29 \quad v_2 =$$
$$=\sqrt{2 * 587.29} \approx 34.27 \text{ м/с}$$

$$2. \text{КПД} = 2,1195 \text{ м}^3 * (34,27 \text{ м/с})^2 / 0,15 \text{ м} * 100\% / 0,593 * 48282,7686 = 58\%$$

$$3. b_2/b_1 = 500/4/500 = 0,25$$

$$9. S_2/S_1 = 30 * 3,14 * (0,15)^2 / 1 * 3,14 * (52,5)^2 = 0,0002$$

$$4. h_2/h_1 = 85/160 = 0,53$$

$$5. \text{ствлкн}_1/S_1 * N * S_2/\text{ствлкн}_1 = 30/8654,625 * 30 * 2,1195/30 = 0,007$$

$$6. t_2/t_1 = 1/0,03 = 33$$

$$10. V(\text{ал}) = 2(30 * 10 + 1 * 1,15 + 31,5 * 112,5/2) +$$

$$7. V_2/V_1 = 34,27/6,84 = 5,01$$

$$+ 2/3 * 0,005(60 + (120 * 1,5)^{0,5} + 3) = 20,988 \text{ м}^3$$

$$8. MB_2/MB_1 = 48282,7686/1537126,2639 = 0,03 \quad 11. m = 20,988 \text{ м}^3 * 2700 \text{ кг/м}^3 = 57 \text{ тонн}$$

# Вывод

Исходя из вышеперечисленных целей и задач, можно сказать, что они выполнены. Хотя данный проект и выполнялся без практической части, в дальнейшем буду проводить опыты, дабы доказать правдивость расчётов. По теоретическим данным КПД составил 58%, а соотношение параметров: бетон 0.25, стекловолокно 0.007, 57 тонн скорость 5.01, энергия и мощность ветра 0.03, высота 0.53.

# ГЛОССАРИЙ

1. Ротор ветрогенератора - вращающаяся часть ветрогенератора, состоящая из лопастей и ступицы.
2. Силовой шкаф - шкаф, содержащий электрооборудование ветрогенератора, включая силовые кабели, преобразователи частоты (если они есть), системы защиты, управления и мониторинга. Он обеспечивает безопасное и эффективное распределение и преобразование электроэнергии.
3. Редуктор - механическое устройство (обычно многоступенчатый зубчатый механизм), предназначенное для увеличения частоты вращения. В ветрогенераторах редуктор соединяет низкоскоростной вал ротора ветрогенератора с высокоскоростным валом генератора.
4. Генератор - электрическая машина, преобразующая механическую энергию вращения (от ротора ветрогенератора, через редуктор) в электрическую энергию.
5. Суммарный ток - в контексте ветрогенератора, это общий ток, отдаваемый генератором в сеть (или на нагрузку). Он может складываться из токов отдельных фаз (в трехфазном генераторе).
6. Мощность ветра - это количество энергии ветра, проходящее через определенную площадь в единицу времени.

7. Энергия ветра - это кинетическая энергия движущихся воздушных масс (ветра). То есть, это энергия, заключенная в самом движении воздуха.

8. Гондола - это корпус, расположенный на вершине башни ветрогенератора. Она содержит ключевые компоненты для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую энергию.

9. Контактные кольца и щетки - узел, обеспечивающий электрическое соединение между вращающимися и неподвижными частями электрической машины. Используются в некоторых типах синхронных генераторов (с электромагнитным возбуждением на роторе) и в асинхронных генераторах с фазным ротором для подвода тока возбуждения к обмотке ротора (или для вывода тока из обмотки ротора, если это генератор с фазным ротором, используемый для регулировки).

10. Импульсивное перенапряжение - кратковременное (обычно микросекундное или миллисекундное) значительное повышение напряжения в электрической сети, значительно превышающее номинальное напряжение. Может быть вызвано грозовыми разрядами, коммутационными процессами (включением/отключением мощных нагрузок) или другими переходными процессами. Опасно для электрооборудования и требует применения средств защиты (ограничителей перенапряжения).

11. Флюгер - метеорологический прибор для определения направления ветра. На ветрогенераторах флюгеры (часто в сочетании с анемометрами) используются в системе управления для ориентации гондолы и ротора по ветру (чтобы лопасти были перпендикулярны направлению ветра).

12. Анемометр - метеорологический прибор для измерения скорости ветра. На ветрогенераторах анемометры (обычно чашечные или ультразвуковые) используются в системе управления для контроля скорости ветра и принятия решений о работе генератора (запуск, остановка, регулирование мощности).

13. Хорда лопасти - прямая линия, соединяющая переднюю и заднюю кромки профиля лопасти ветрогенератора. Длина хорды и форма профиля (аэродинамический профиль) являются важными параметрами, определяющими аэродинамические характеристики лопасти и эффективность преобразования энергии ветра.

14. Ометаемая площадь - это площадь проекции поверхности, которую описывает ветроколесо за один полный оборот, на плоскость, перпендикулярную направлению скорости ветра.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://planetcalc.ru/9991/> (плотность воздуха)
2. <https://planetcalc.ru/938/> (давление)
3. <https://planetcalc.ru/4773/> (энергия и мощность ветра)
4. информация о материалах, принципе работы и формулах  
была взята из чата-gpt в телеграмм