

предполагается осуществить на установках пульсирующего горения. Использование этих установок может в достаточной степени удовлетворить требованиям энергосбережения. Установка проста, малозатратна, и, в то же время, высоко эффективна. Она с успехом может быть использована для нагрева теплоносителя (воды) с помощью теплообменника либо непосредственно продуктами сгорания газообразного топлива (контактный нагрев с высоким к.п.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Челноков А.А., Юценко Л.Ф., Фридлянд М.Е. «Экологические проблемы республики Беларусь и пути их решения». – Мн. 1999. 47с.
2. Урецкий Е.А. «К вопросу очистки сточных вод животноводческого комплекса» // Вестник БГТУ. – 2006.
3. Б.В. Раушенбах «Вибрационное горение». – Москва 1961.
4. Северянин В.С., Лысков В.Я. «Камерная топка», А.С. СССР №228216 – Б.и. 31, 1968.
5. Тимошук А.Л. «Разработка контактного водонагревателя со слоевым пульсирующим горением газообразного топлива». Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, 2006.
6. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. «Теория горения и тепловые устройства». М. «Энергия», 1976, 488 с.
7. «Перспективы использования биогазовых установок» // Журнал «Энергоэффективность», №7, 2007.
8. Калюжный С.В., Данилович Д.А., Ножевникова А.Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод. (Итоги науки и техники ВИНТИ, серия «Биотехнология»). – М., 1991, т. 29. – с. 156.

УДК 620.9

Пархотик Р.А., Пауленко С.Н.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Северянин В.С.

ВЕТРОУСТАНОВКИ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ – ТЕРРИТОРИИ С МАЛЫМИ ВЕТРАМИ

Введение

Ветер является одним из основных имеющихся в стране ресурсов для возможного реального использования на всей территории республики при замещении импортируемого органического топлива на длительную перспективу. Поэтому развитие ветроэнергетики в Беларуси является давно назревшей необходимостью для осуществления ускоренного замещения постоянно дорожающего импортируемого органического топлива.

Анализ работы ветровоспринимающих элементов

В настоящее время лопастные ветроэнергоустановки наиболее употребительны, теоретически развиты и являются опорой прогнозирования развития ветроэнергетики. Мощность, развиваемая ветроэнергоустановкой, пропорциональна произведению скорости ветра в третьей степени и площади, ометаемой ветроприёмным органом (для лопастных – круг диаметром длиной двух лопастей):

$$N = W^3 \cdot F \cdot K,$$

где N – мощность ветроэнергоустановки,

W – скорость ветра,

F – ометаемая лопастями поверхность,

K – численный коэффициент, учитывающий аэродинамические особенности

Поэтому для регионов с малой среднестатической скоростью ветра, как в РБ, для увеличения вырабатываемой мощности нужно увеличивать второй множитель. Лопасти имеют принципиальные ограничения удлинения лопастей: а) центробежная сила, б) флаттер – вибрация концов лопастей, в) конечные участки «опережают» ветер – торможение из-за обратных воздушных потоков и вентиляторного эффекта. Это приводит к резкому удорожанию конструкции эксплуатации, акустическому загрязнению окружающей среды, сложности ориентации ветроколеса на ветер и т.д.

Также стоит учитывать и эффект затенения. Чем больше лопастей имеет ветроэнергостановка, тем больше проявляется этот эффект. Он заключается в поглощении потоков ветра лопастями. С каждой дополнительной лопастью уменьшается «количество» ветра на одну лопасть. Следовательно, существует оптимальное количество лопастей, при котором будет наибольшая разность: «мощность получаемого потока минус объём затеняемой энергии ветра».

Чтобы избавиться от эффекта затенения, можно использовать многоуровневую ветроэнергостановку. Это позволит снизить затеняемую мощность и одновременно использовать поток ветра более эффективно за счет дополнительных лопастей, однако это сделает установку намного сложнее.

Для исследования и разработки мы выбрали «барабанную» схему ветроэнергостановки с поворачивающимися лопастями в вертикальной плоскости как наиболее простую и наименее исследованную конструкцию. Несмотря на невысокий коэффициент использования энергии ветра, эти установки целесообразны экономически (простота, дешевизна, малые затраты на монтаж и эксплуатацию). Кроме того, мы постарались обойтись без самого сложного элемента ветроэнергостановки – редуктора электрогенератора.

На рисунке 1 показан вид исследуемой установки сверху. Стрелками указано направление ветра, жирными линиями – лопасти (вид «с ребра»). А – внутреннее свободное пространство, Б – зона «затенения» последующей лопасти предыдущей, точками показаны упоры. Вращение – против часовой стрелки.

Рисунок 2 – вид сбоку, где h – высота лопасти, правая штриховка – работающая часть лопасти, левая – затененная.

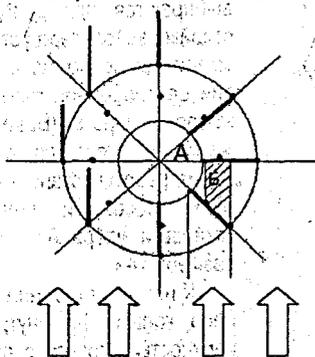


Рис. 1. Принципиальная схема «барабанной» установки (вид сверху)

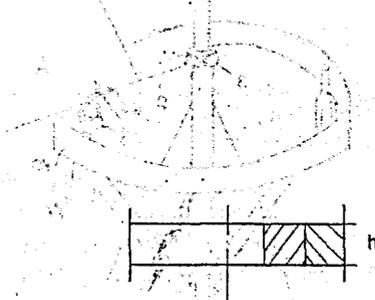


Рис. 2. Вид установки сбоку

Будем считать, что полезно «работает» проекция лопасти на направление ветра.

Анализируя конструкцию, можно увидеть, что при росте n (числа лопастей):

1. Неработающая зона потока ветра убывает, зона «тени» растёт,
2. «Пустая середина» А убывает.

Следовательно, существует оптимальное количество лопастей, и задача дальнейшего исследования – определить это количество. Условие, когда уменьшение работающей поверхности лопастей компенсируется уменьшением неработающих зон ветра, является оптимумом.

Точно вычислить итоговую энергию ветра, принимаемой ветроэнергостановкой очень сложно, так как следует учитывать множество различных факторов. Кроме того, надо отметить и потоки внутри комплекса лопастей, которые увеличивают возможности использования энергии ветра. Подобные исследования проводятся экспериментальным методом на действующей ветроэнергостановке.

Предлагаемая ветроэнергостановка

На рисунке 3 представлена схема ветроэнергостановки.

Обозначения: 1 – колонна, 2 – стержни, 3 – подшипники, 4 – вертикальная ось, 5 – лопасть, 6 – упор, 7 – шарнир, 8 – противовес, 9 – штырь, 10 – кольцо, 11 – электрогенератор.

Ветроэнергостановка состоит из колонны 1 (это может быть существующая вышка, труба и т.п.), в верхней части которой радиально смонтированы стержни 2 (в два яруса) на подшипниках 3. Концы стержней 2 соединены вертикальной осью 4, на которую надевается лопасть 5.

На рисунке 3 показан только комплект одной лопасти; их может быть несколько (4-6-8).

Лопасть 5 на подвесках может свободно вращаться вокруг вертикальной оси 4.

На каждом из нижних стержней 2 шарнирно установлен упор 6. Это – шток, касающийся при смещении вертикального положения лопасти 5, когда она поворачивается и устанавливается вдоль стержня 2. Снизу шарнира 7 (это, например, отрезок трубы, надетый на стержень 2) закреплен противовес 8. Его рычаг и масса выбираются при доводке и настройке ветроэнергостановки. От смещения по стержню при действии центробежной силы его удерживает штырь 9. (Возможно перемещение упора по стержню во время работы установки специальными тросовыми тягами). Место установки упора 6 – в пределах размера «А».

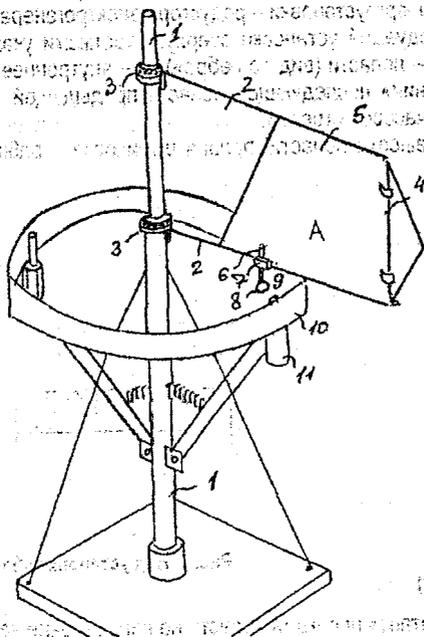


Рис. 3 Общий вид предлагаемой ветроэнергостановки

может быть несколько.

Действует ветроэнергоустановка следующим образом.

При любом направлении ветра вокруг колонны 1 стержни 2 на подшипниках 3 вращаются под действием лопастей 5 через вертикальные оси 4 благодаря тому, что с одной стороны колонны 1 половина лопастей 5 воспринимает давление ветра, с другой – нет. Это происходит потому, что в лопасть 5 касается упора 6 (без удара, что важно для надёжной работы). Если сила ветра выше заданной, чтобы скорость вращения стержней 2 вокруг колонны 1 не возрастала, лопасть 5 отклоняет упор 6, он наклоняется на шарнире 7, лопасть 5 поворачивается вокруг вертикальной оси 4, выходит из зацепления с упором 6 и переходит во флюгерное положение, то есть не воспринимает ветрового давления. Так регулируется постоянство вращения при меняющемся ветре. Соответствие вращения скорости ветра устанавливается величиной массы противовеса 8 и удалением его от шарнира 7, а также местом расположения штыря 9 на стержне 2. Чем сильнее ветер, тем раньше (ближе к «а») отклоняется упор 6. Кольцо 10 передаёт при помощи внутреннего зацепления вращение валу ротора электрогенератора 11. Выработанная электроэнергия отводится электропроводами по колонне.

Выводы

1. ВЭУ для территорий Республики Беларусь требуют других конструктивных решений, так как энергия ветра на этих территориях мала.
2. Проведен анализ действия лопастей установки барабанного типа с вертикальной осью вращения.
3. Предложена ВЭУ для использования в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.М. Фатеев, Ветро двигатели и их применение в сельском хозяйстве. – М: 1952.
2. Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии; Материалы VI международной научно-практической конференции. – Гр: 2006.

УДК 681.3:624.04

Рудлевский Д.В.

Научный руководитель: доц. Игнатюк В.И.

УЧЕБНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БЕСШАРНИРНЫХ АРОК

Учебные компьютерные программы в строительной механике должны способствовать эффективному изучению методов расчета и работы сооружений, облегчая трудоемкие вычислительные процессы, уменьшая объем ручных вычислений и представляя при этом необходимые условия и возможности для закрепления принципов методов расчета, для более глубокого познания физической сути этих методов, физических основ работы сооружений, а также возможности для выполнения исследований работы и поведения сооружений при различных их параметрах и характеристиках [1].

В задачах расчета сооружений можно выделить две стороны, одна из которых представляет суть и физическую основу методов расчета и работы сооружений, а вторая связана с математической реализацией методов расчета и большими (в той или иной степени) объемами вычислений.