

На кафедре Атомные станции и возобновляемые источники энергии рассматривается вопрос совместного использования солнечной электрической панели и гирляндной ВЭУ в комплекте с аккумуляторными батареями.

Расчёты показывают, что для условий г. Екатеринбурга солнечной панели $S = 1 \text{ м}^2$ достаточно для обеспечения электропитания световых указателей в весенне-летний период.

Потребляемая мощность светодиодного заградительного огня 10 Вт. Комплект для одной опоры должен состоять как минимум из двух ламп [1]. Таким образом, при работе огней 12 часов в сутки потребляемая мощность составляет $P_{\text{потр.}} = 10 \cdot 2 \cdot 12 = 240 \text{ Вт} \cdot \text{ч/сутки}$. ФЭП, установленная под углом 56° , вырабатывает в среднем $P_{\text{ФЭПсут.}} = 0,43 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сутки}$. В период с недостаточной солнечной инсоляцией нагрузка покрывается за счёт ветроэнергетической установки.

На кафедре АСиВИЭ разработан проект гирляндной ВЭУ установленной мощностью 0,3 кВт. Преимущество её в большой площади ометаемой поверхности, что даже при небольшой скорости ветра позволяет получать необходимую электроэнергию [4].

Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ-94).
2. Рылов М.И., Тихонов М.Н. Проблемы радиационной безопасности при обращении с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами // Атомная стратегия. Санкт-Петербург. 2003. № 1 (6). С. 32.
3. Велькин В.И. Энергообеспечение удалённых сельских районов на базе кластеров ВИЭ // Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: Тезисы научно-практической конференции, Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 19–20 марта 2013 г.
4. Розин Михаил Николаевич. Ветрогирлянды. Рубрика: Энергия ветра [Электронный ресурс]. URL: <http://rosinmn.ru>.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-ОСЕВОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Сироткин Е.А., Соломин Е.В.

*Южно-Уральский государственный университет
ea.sirotkin@gmail.com*

Из мировой практики использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) известно, что при скорости ветра выше номинальной (20...30 м/с) под действием центробежной силы возникает риск разрушения ветроколеса. Для предотвращения разрушения ветроколеса необходимо регулировать частоту вращения. Существует два способа регулирования: аэродинамический и электромеханический [1].

Наиболее распространённым электромеханическим способом торможения ветроколеса является система, которая разворачивает лопасти, тем самым изменяя угол атаки набегающего потока ветра. Недостатками такого способа торможения являются простота при сильных ветрах и необходимость дополнительных затрат электроэнергии для питания следящей системы.

Наиболее близким к предлагаемому устройству является устройство ограничения мощности путем регулирования разницы вращающих моментов на валу ветроколеса и выходном валу [2]. Суть данного устройства заключается в снятии мощности с вала ветроколеса с помощью зубчатого зацепления. В данной статье представлено устройство автоматического торможения для горизонтально-осевых ВЭУ, применение которого позволяет повысить энергетическую эффективность ВЭУ.

Предположим, что на вал ротора (поз. 1) воздействует воздушный поток с силой P , как показано на рис. 2. Вал может перемещаться в осевом направлении под воздействием силы P , опираясь на радиальный подшипник (поз. 2) и на подпружиненный роликовый конический подшипник (поз. 5). Также на валу ротора имеется жестко закрепленный фрикционный конус (поз. 3), который при смещении вала в осевом направлении вправо контактирует с подпружиненными фрикционными блоками (поз. 4), тем самым возникает трение между конусом и блоками. За счет возникающей силы трения частота вращения ротора снижается, при этом, чем больше по величине усилие P , тем сильнее конус прижимается к тормозящим блокам и тем больше становится тормозящая сила трения.

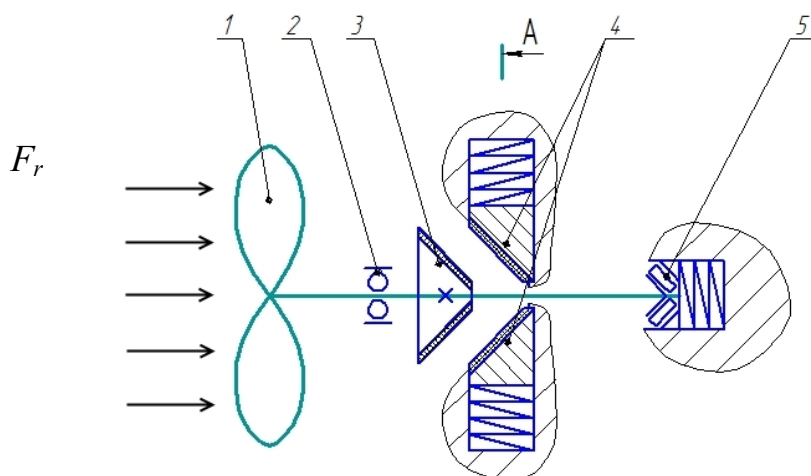


Рис. 1. Устройство автоматического торможения ВЭУ

Пружина роликового конического подшипника выбирается, исходя из расчета максимально допустимой скорости ветра V_{nom} , и рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$F_{sp} = k \cdot x = F_r, \quad (1)$$

где F_r – сила, с которой набегающий поток ветра воздействует на ротор, k – коэффициент упругости пружины, x – относительное перемещение пружины (или зазор между конусом и блоками).

При допустимой скорости ветра вал ротора под воздействием набегающего потока ветра перемещается по оси на такое расстояние, что фрикционный конус не доходит до точки контакта с фрикционными блоками. Но как только скорость ветра превышает номинальное значение, конус на валу достигает точки контакта с блоками, возникает сила трения и происходит механическое торможение.

Известно, что $F_r \sim V_{wind}$ [4], следовательно, чем выше будет скорость ветра, тем сильнее будет продавливаться вал в осевом направлении и тем сильнее будет давление конуса на тормозные блоки (увеличивается сила трения).

Сила трения, возникающая при соприкосновении дисков:

$$F_{fr} = \mu \cdot (F_T - F_{sp}) = \mu \cdot (F_T - kx), \quad (2)$$

причем в данном случае $kx = const$, т. к. конус будет перемещаться всегда на одно и то же расстояние, а затем упираться в тормозной блок (рис. 2).

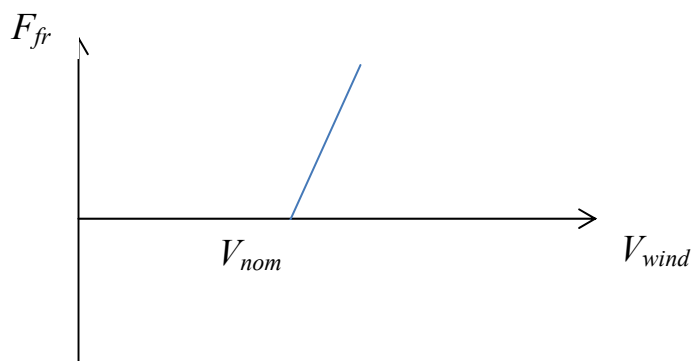


Рис. 2. График зависимости силы трения от скорости ветра

Сила трения возникает только при номинальной скорости ветра (V_{nom}), когда ветер обладает достаточным усилием, чтобы продвинуть вал ротора до точки контакта дисков.

$$F_{nom} = k \cdot x_{cont},$$

F_{nom} — сила, с которой ветер воздействует на ветроколесо при своей номинальной скорости; x_{cont} — расстояние, на которое продвигается вал ротора от исходной точки до точки контакта.

Со временем колодки будут истираться, и контакт между ними и конусом станет неплотным при номинальных скоростях ветра, это может привести к недостаточному торможению вала ротора и последующему разрушению лопастей. Для того чтобы это предотвратить, тормозные фрикционные блоки подпружинены в радиальном направлении относительно оси вала. По мере истирания фрикционной поверхности тормозного блока, пружина будет подталкивать его к центру оси вращения вала, тем самым обеспечивается постоянный контакт трущихся поверхностей.

В качестве фрикционного материала следует применять асботекстолит, он является одним из наиболее эффективных материалов в тормозных системах при относительной дешевизне [5].

Преимущества предложенного устройства:

- 1) эффективная работа ВЭУ даже при больших скоростях ветра;
- 2) простота конструкции, относительная дешевизна деталей и материалов, малое число передаточных звеньев, высокая надежность;
- 3) возможность работы в автономном режиме в течение длительного времени за счет подпружиненных тормозных блоков.

Библиографический список

1. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. Изд. 2-е доп. СПб.: Наука, 2013. 308 с.
2. Способ управления ветроэнергетической установкой и устройство для его осуществления: пат. 2312249 Российская Федерация: МПК F03D7/04 / Смирнов А.В., № 2005117246/06, 07.06.2005
3. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие для техн. спец. вузов. 6-е изд., исп. М.: Высш. шк., 2000. 477 с.

4. Безруких П.П., Безруких П.П. (младший). Ветроэнергетика. Вымыслы и факты. Ответы на 100 вопросов. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации; Центр экологической политики России, 2011. 74 с.
5. Арзамасов В.Б. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Изд. центр «Академия», 2007. 446 с.

ОЦЕНКА ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ СВОБОДНОПОТОЧНОЙ ГЭС НЕВЬЯНСКОГО ГИДРОУЗЛА

*Совкова К.Е., Попов А.И., Щеклеин С.Е.
УрФУ, e-mail:belovochka08@rambler.ru*

Невьянский гидроузел находится на р. Нейве в г. Невьянске и был построен в 1696 г. В состав гидроузла входят: земляная плотина и водосбросное сооружение (открытый щитовой водосброс, совмещенный с водозаборным сооружением). Невьянское водохранилище предназначено для производственного водоснабжения ОАО «Невьянский механический завод», нецентрализованного водоснабжения населения, любительского рыболовства, как противопожарный водоем, а также для культурно-оздоровительных и рекреационных целей. Над водосбросными сооружениями Невьянского водохранилища расположено здание Невьянского филиала УрФУ (рис. 1).



Рис. 1. Здание
Невьянского филиала
УрФУ

Водный режим р. Нейва характеризуется четко выраженным весенним половодьем, летне-осенней меженью. По предварительным оценкам в зависимости от времени года и состояния водоема полезно использовать мощность потока через мини ГЭС.

Данные по стоку р. Нейвы в створе гидроузла

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	3,98	4,01	5,27	10,33	6,73	5,02	3,13	2,71	2,91	2,67	3,05	2,64
$V_{\text{сброса}}, \text{ м}^3/\text{с}$	2,55	2,57	2,37	2,73	2,49	2,39	2,9	3,23	3,03	3,18	2,99	3,14

Валовая мощность при плотинной схеме использования определяется по формуле [1]:

$$P_i = 9,8Q_i h, \text{ кВт},$$

где h – высота плотины ($h = 7,2\text{м}$), Q – расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$.