

7. Никитин В.С. Проветривание карьеров / В.С. Никитин, Н.З. Битлов. – М.: Недра, 1975. – 98 с.

8. Филатов С.С. Вентиляция карьеров. – М: Недра, 1981. – 257с.

УДК 622

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ С ВЕТРОГЕНЕРАТОРОМ

В.Л. Червинский, А.М. Шимель

Белорусский национальный технический университет

Моделирование процессов совместной работы накопителей и источников распределенной генерации представляет научный интерес с точки зрения оптимизации, как емкости накопителей, так и режимов их работы. В настоящее время автономные энергосистемы пока не получили широкого распространения в Республике Беларусь. Однако, в связи с ростом тарифов на электрическую и тепловую энергию и возросшими трудностями, связанными с подключением к энергосистеме источников распределенной генерации, интерес к автономным энергосистемам растет.

Для моделирования системы «ветрогенератор – накопитель» была создана физическая модель, состоящая из ветрогенератора на постоянных магнитах и накопителя на основе кислотного аккумулятора емкостью 100 А*ч. При этом ветрогенератор вращался принудительно при помощи электрической дрели с регулируемой скоростью вращения. Целью физического моделирования системы «ветрогенератор – накопитель» было изучение изменения зарядной мощности для накопителя при изменении оборотов вращения ветрогенератора, а также изучение изменения потребляемой мощности ветрогенератором так же при изменении числа его оборотов, как на холостом ходу, так и под нагрузкой.

Ветрогенератор самодельной конструкции представляет собой синхронный трехфазный генератор на постоянных магнитах с двумя секциями статоров и одним ротором. На каждой секции статора располагается 9 обмоток по 100 витков в каждой, намотанных медным проводом сечением 0,75 мм². Внешний вид генератора показан на рис. 1.



Рисунок 1 – Внешний вид ветрогенератора

Переменный трехфазный ток выпрямляется диодными сборками с шестью диодами в каждой.

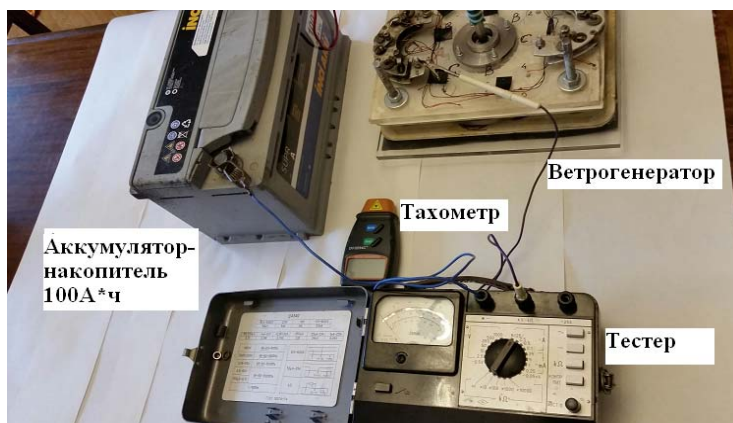


Рисунок 2 – Взаимное расположение приборов при исследовании

На каждую секцию статора работает одна диодная сборка.

Для проведения исследований была собрана следующая схема, показанная на рис. 2. Обороты ротора ветрогенератора измерялись цифровым лазерным тахометром марки DT-2234C⁺. Потребляемый ток измерялся тестером марки Ц4340. Потребляемая мощность находилась по формуле:

$$P=U*I,$$

где U – напряжение в В, I – ток в А.

При проведении исследований были получены данные, на основании которых был построен совмещенный график, показанный на рис.3.

Здесь по вертикальной оси отмечена мощность в Вт, а по горизонтальной – обороты ветроколеса в об/мин.

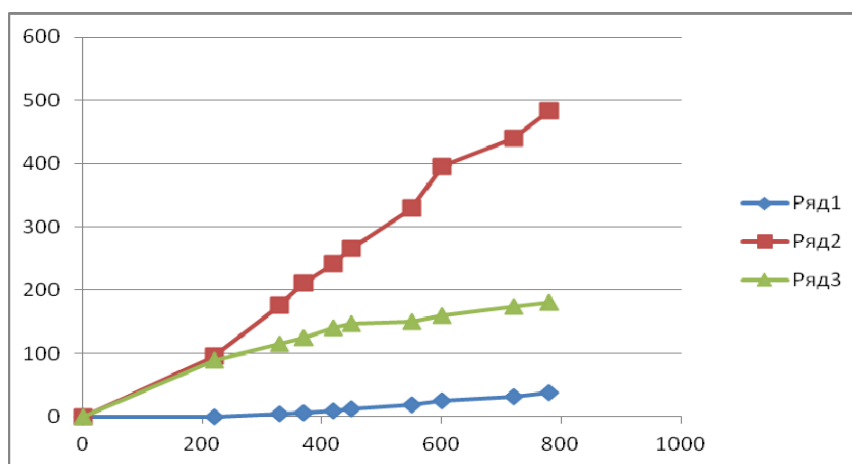


Рисунок 3 – Графики изменения мощности от оборотов ротора ветрогенератора: Ряд1 (синий) – Зарядная мощность (Вт); Ряд2 (красный) – Мощность, потребляемая дрелью при работе ветрогенератора под нагрузкой (Вт); Ряд3 (зеленый) – Мощность, потребляемая дрелью при холостом ходу ветрогенератора (Вт)

Из графика видно, что зарядный ток растет не сразу с началом вращения ветроколеса, а начиная примерно с 200 об/мин. Для таких оборотов требуется механическая мощность порядка 100 Вт. Далее с ростом числа оборотов соответственно возрастает как потребляемая ветрогенератором мощность – $P_{\text{потр}}$, так и зарядная мощность – $P_{\text{заряд}}$. Соотношение этих мощностей определяет к.п.д. ветрогенератора:

$$\eta = P_{\text{заряд}}/P_{\text{потр}}$$

При работе ветрогенераторов необходимо учитывать их особенности, такие как:

– для обеспечения максимального к.п.д. ветроколеса следует изменять частоту его вращения в зависимости от скорости ветра, сохраняя постоянным коэффициент быстроходности Z , который равен отношению скорости конца лопасти к скорости ветра (рис. 4):

$$Z = V_{\text{л}}/V;$$

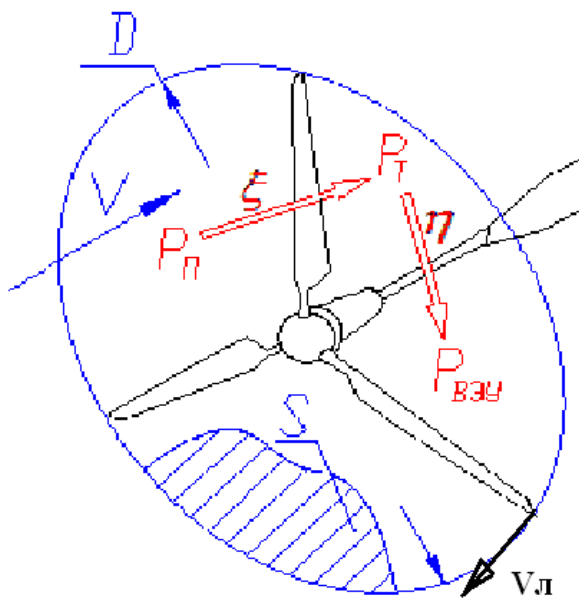


Рисунок 4 – Основные параметры ветроэнергоустановки (ВЭУ)

– для зарядки накопителя необходима скорость вращения ветроколеса, превышающее некоторое минимальное значение, при котором напряжение на ветрогенераторе превышает номинальное напряжение на аккумуляторе-накопителе. В нашем случае – это 200 об/мин;

– гораздо эффективнее управлять скоростью вращения ветроколеса путем изменения величины шунтирующей нагрузки, чем применением механических систем. В нашем случае возможно подключение замыкающих контактов реле к выводам «+» и «-» диодной сборки, что полностью остановит ветроколесо. Возможно подключение шунтирующих емкостей на трехфазную обмотку статора, как это показано на рис. 5.

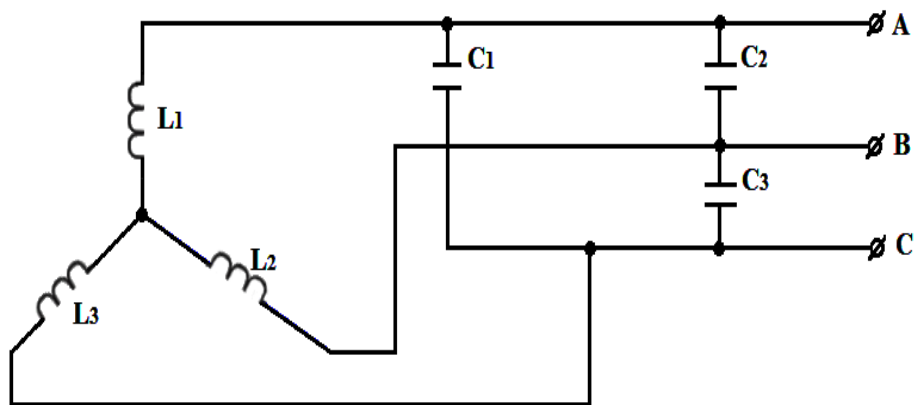


Рисунок 5 – Вариант подключения шунтирующих емкостей для автоматического управления скоростью вращения ветроколеса

Можно выделить следующую особенность работы ветрогенератора в составе с нагрузкой: с целью снижения емкости аккумуляторов-накопителей необходимо применять совмещение различных источников энергии, таких как солнечная, ветровая, дизель-генераторная и т.д. Преимущества гибридной генерации – это, в первую очередь меньшая необходимость в накопителях энергии. Управление гибридной системой основано на поддержании энергобаланса:

$$P_{\text{нагр}} = P_{\text{ветр}} + P_{\text{солнечн}} + P_{\text{накопит}}^* - P_{\text{потери}}.$$

*здесь, в общем случае, $P_{\text{накопит}}$ может служить как источником энергии для потребителя, так и нагрузкой для генераторов. Схема управления гибридной системой с общей шиной низкого напряжения 12В представлена на рис. 6.

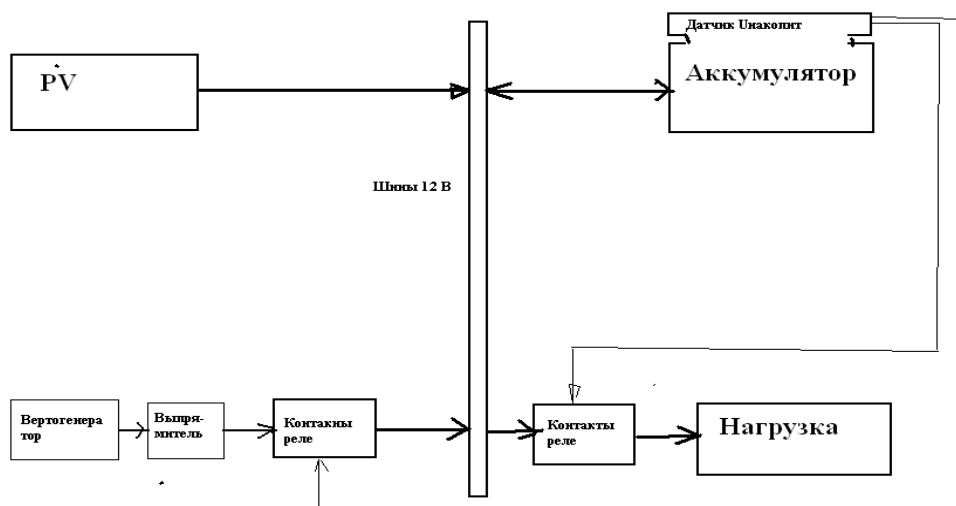


Рисунок 6 – Схема управления гибридной системой с общей шиной низкого напряжения 12 В

Здесь для управления системой можно задаться контрольным параметром – величиной напряжения на клеммах аккумулятора-накопителя $U_{\text{накопит}}$, которая определяет степень его зарядки.

При этом за основной генератор можно взять солнечную панель, тогда дополнительный (ветровой или дизель-генераторный) будет подключаться в зависимости от величины $U_{\text{накопит}}$. При снижении $U_{\text{накопит}}$ ниже определенного порогового значения, что представляет для системы аварийный режим, датчик напряжения дает сигнал на отключение нагрузки.

Выводы. В результате физического моделирования системы созданной системы «ветрогенератор-накопитель» получены графики соотношения потребляемой ветрогенератором мощности на разных оборотах, как на холостом ходу, так и под нагрузкой, которой являлся накопитель. Из графиков видно, что зарядная мощность растет не сразу с началом раскрутки ветрогенератора, а начиная с 200 об/мин. Соотношение потребляемой и зарядной мощности определяют к.п.д. ветрогенератора. Преимущество гибридной генерации состоит в меньшей потребности в накопителях энергии. Физическое моделирование определило подходы к управлению автономной гибридной генераторной системой, состоящей из фотоэлектрической системы и ветрогенератора, работающей на шины низкого напряжения, а именно: управление заключается в первоочередной работе фотоэлектрической системы и вторичном подключении ветрогенератора. Сигналом такого переключения должна служить величина напряжения на аккумуляторе-накопителе.

УДК 662.8.05

ПОИСК СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ ТЭС НА ПРИМЕРЕ СЛАНЦЕЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ

М.Ю. Назаренко, Н.К. Кондрашева, С.Н. Салтыкова
Санкт-Петербургский горный университет

E-mail: max.nazarenko@mail.ru, natalia.kondrasheva@mail.ru,
ssn_58@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются важные проблемы использования твердого низкосортного углеводородного сырья для тепловых электростанций, а именно снижение отрицательного воздействия при их переработке на окружающую среду и разработка комплексных и рациональных технологий их переработки.

Ключевые слова: зольные отходы, теплоэлектростанции, утилизация отходов, рациональное природопользование, горючие сланцы.

В настоящее время происходит постоянный рост энергопотребления уменьшение известных запасов легкой нефти, увеличение сернистости и обводненности нефти. В результате чего, большинство стран стремятся диверсифицировать структуру своей энергетики, развивать местные низкосортные виды топлива, например, бурые угли или горючие сланцы [1-7]. Глав-