

## УСТРОЙСТВО БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

А.И. Зеленкевич<sup>1</sup>, *ст. преподаватель,*

Д.А. Зеленкевич<sup>2</sup>, *студент,*

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

<sup>2</sup>УО «Гимназия-колледж им. Ахремчика», г. Минск, Республика Беларусь.

Использование энергии ветра – одно из интенсивно развивающихся направлений энергетики. Существенную долю из всех ВЭУ (ветроэнергетических установок) составляют маломощные установки с номинальной мощностью до 100кВт.

Для небольших группы потребителей, находящихся в зоне децентрализованного электроснабжения, в частности для потребителей АПК целесообразно применение автономных электротехнических комплексов малой мощности на основе ВЭУ.

Недостатком таких комплексов является сложность обеспечения надежного бесперебойного электроснабжения потребителей 1-й категории. Одним из путей решения данной проблемы является использование совместного применения дизель-генераторов – аккумуляторных батарей – ВЭУ [1].

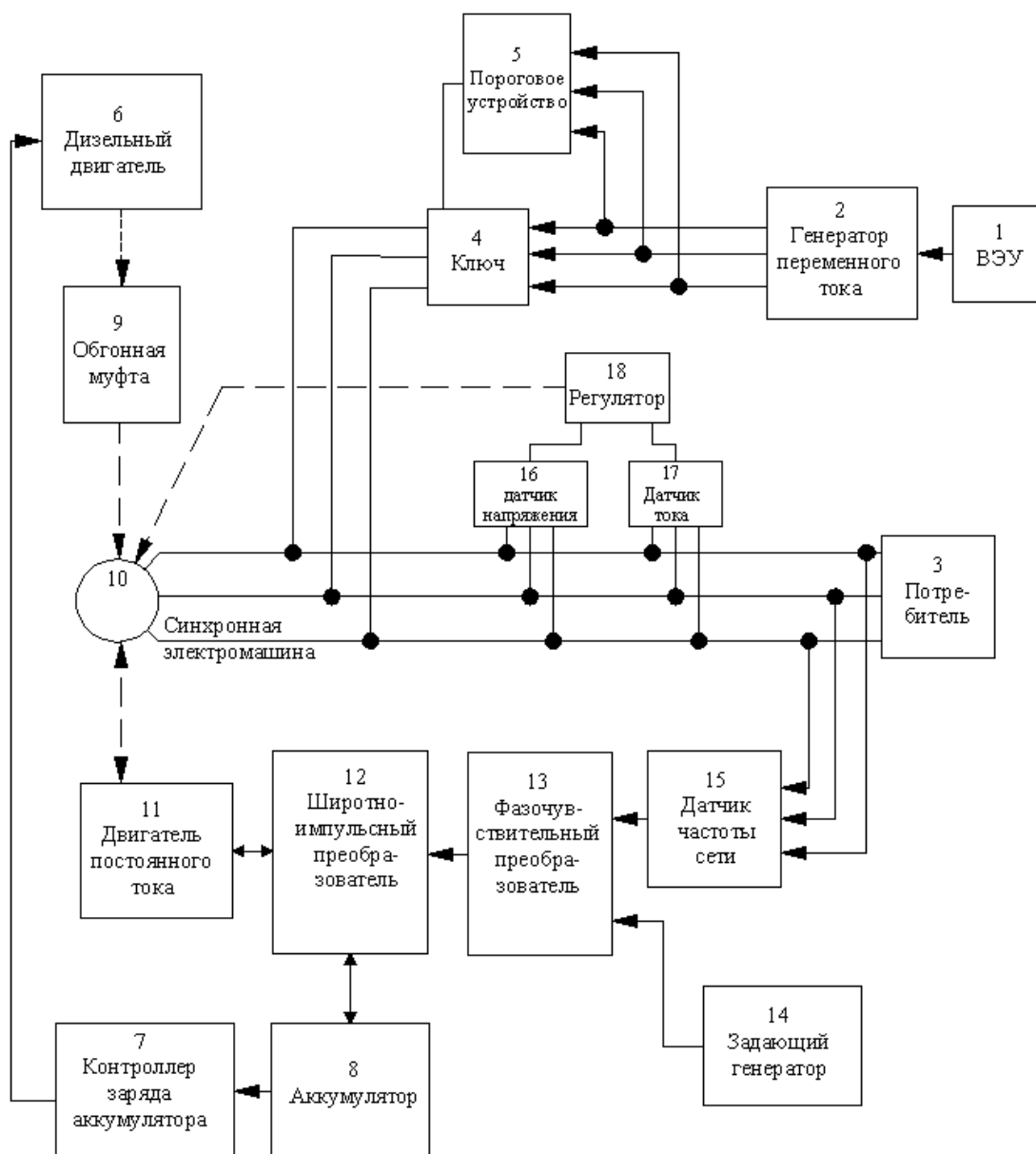
На рисунке 1 изображена структурная схема устройства бесперебойного электроснабжения потребителей на базе ВЭУ.

Описание работы предлагаемого устройства бесперебойного электроснабжения потребителей удобнее вести для трех режимов:

1. Энергия ветра больше номинальной мощности.
2. Энергия ветра отсутствует (ВЭУ не вырабатывает электроэнергии).
3. Энергия ветра меньше номинальной мощности.

1-й режим. В этом режиме при избыточной энергии ветра избыточная мощность, вырабатываемая генератором переменного тока, поступает в сеть потребителя, при этом синхронная электромашина переводится в режим двигателя, созданием на ее валу момента  $M_r$ . Возникающий при этом электромагнитный момент равен противодействующему тормозному моменту на валу синхронной электромашины  $M_{э.м.} = M_{\text{торм.}}$

Данный тормозной момент реализуется двигателем постоянного тока. В данном режиме ключ открыт всегда.



1 – ветроэнергетическая установка (ВЭУ); 2 – генератор переменного тока, соединенный с сетью промышленной частоты; 3 – потребитель электроэнергии; 4 – ключ (коммутационный аппарат); 5 – пороговое устройство управления ключом; 6 – дизельный двигатель, который снабжен устройством автоматического включения (на схеме не обозначено); 7 – контроллер заряда аккумулятора; 8 – аккумулятор; 9 – обгонная муфта; 10 – синхронная электромашина; 11 – двигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов; 12 – 4-квadrантный широтно-импульсный преобразователь; 13 – фазочувствительный выпрямитель; 14 – задающий генератор промышленной частоты; 15 – датчик частоты тока сети потребителя; 16 – датчик напряжения; 17 – датчику тока; 18 – регулятор.

**Рис. 1. Структурная схема устройства бесперебойного электроснабжения потребителей**

Двигатель в этом режиме через широтно-импульсный преобразователь подключен к аккумулятору так, что обеспечивает рекуперативный режим между двигателем и аккумулятором. Т.е. энергия с двигателя идет в аккумулятор, заряжая последний, а ток

заряда регулируется из условия поддержания частоты сети. При этом частота сети измеряется датчиком частоты сети и сравнивается с частотой задающего генератора на фазочувствительном преобразователе, выход которого управляет широтно-импульсным преобразователем так, что при увеличении частоты сети увеличивается ток заряда аккумулятора. Большой зарядный ток, который генерируется двигателем, находящимся в режиме «генератора», создает большой момент на его валу, а значит и на валу синхронной электромашины, тем самым изменяя ее угол между напряжением и током. За счет изменения угла между током и напряжением в сети будет уменьшаться частота согласно уравнению синхронной машины:

$$f = \frac{3p}{2\pi} i \cdot U \frac{\sin \Theta}{X} \cdot \frac{1}{M}$$

где  $f$  - частота сети, Гц;

$p$  - число полюсов, шт;

$i$  - ток в обмотке, А;

$U$  - напряжение в сети, В;

$X$  - реактивное сопротивление обмотки, Ом;

$\Theta$  - угол между Э.д.с. генератора и  $U$  напряжением сети.

Здесь описано векторное регулирование частоты сети. Чтобы оно реализовалось, необходимо выбирать электрическую машину мощностью большей номинальной мощности генератора переменного тока ВЭУ.

При увеличении тормозного момента на валу синхронной электромашины ротор машины замедляет частоту своего вращения и значение  $\Theta$  начинает возрастать, что приводит к увеличению электромагнитного момента, а значит и потребление из сети машиной увеличивается. Т.е. при увеличении энергии ветра автоматически растет потребление независимо от ответственного потребителя. При этом обгонная муфта дизеля размыкает его вал от синхронной электромашины и дизеля, который выключен и не оказывает влияния на работу системы.

2-й режим. В этом режиме при отсутствии энергии ветра (ветер мал для вращения ветроколеса или ВЭУ отключена по другим причинам) включается дизель и он вращает вал синхронной электромашины, которая в этом режиме переводится в режим генератора и обеспечивает питание сети. В течение времени переходного процесса, пока дизель не наберет требуемые номинальные обороты и момент на валу синхронной электромашины обеспечивает двигатель, регулируемый исходя из поддержания частоты сети.

3-й режим. В этом режиме при недостаточной энергии ветра недостаток энергии компенсируется энергией аккумулятора,

запасенной в режиме, когда энергия ветра была избыточной. Это происходит следующим образом. При уменьшении энергии, вырабатываемой генератором, ВЭУ, потребитель потребляет номинальный ток, но из-за уменьшения момента на валу генератора последний начинает сбавлять скорость, т.е. частота сети должна была бы падать. Но датчик частоты сети при этом выдаст также уменьшение частоты и на фазочувствительном преобразователе увеличится сигнал рассогласования между задающим генератором и датчиком частоты сети. При этом широтно-импульсный преобразователь увеличит длительность подключения двигателя постоянного тока к аккумуляторной батарее и на валу синхронной электромашины увеличивается механический момент, который возвращает скорость вращения генераторов в исходное стабильное состояние, но уже при других значениях их токов.

При полной потере мощности энергии ветра ключ закроется и сеть полностью переходит на питание от синхронной электромашин, а далее следует переход в режим с включением дизеля и зарядкой аккумулятора, если последний разряжен.

Во всех трех режимах информация о величине реактивной мощности в сети потребителя с датчика напряжения и датчика тока подается на вход регулятора, который изменяет величину тока возбуждения синхронной машины. При величине тока возбуждения меньше номинального значения синхронная машина недо возбуждена и потребляет реактивную энергию из сети, а при величине тока возбуждения больше номинального значения синхронная машина перевозбуждена и генерирует реактивную энергию в сеть.

**Выводы.** Использование предложенного устройства бесперебойного электроснабжения потребителей на базе ВЭУ позволяет расширить функциональные возможности и уменьшить потери электроэнергии, путем компенсации реактивной мощности.

### ***Список литературы***

1. Патент №5564 Устройство бесперебойного электроснабжения потребителей: / А.И. Зеленкевич, Михайлова Е.В; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20090155; заявл. 2009.02.03; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5(70). – С. 204-205.