

## НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТИПОВ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕ- СКИХ УСТАНОВОК С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕР- ГИИ

к.т.н. В.В. Шевченко, С.Е. Шевченко  
(представил проф. В.Е. Пустоваров)

*Поиски нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, помимо основной постановки проблемы, требуют активной работы по установлению типов отдельных элементов энергетических систем, и, в первую очередь, электрогенераторов.*

**Постановка проблемы.** Поиски нетрадиционных и возобновляемых источников энергии требуют активной работы по установлению типов отдельных элементов энергетических систем, и, в первую очередь, электрогенераторов с учетом классификации этих источников.

**Анализ публикаций.** В литературных источниках приводятся данные об электрогенераторах, предлагаемых к установке в различных энергетических системах без конкретных рекомендаций по их использованию в системах нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [1 – 4].

**Цель статьи** – систематизировать нетрадиционные и возобновляемые источники энергии с оценкой перспективы их использования в Украине; рассмотреть электрогенераторы, наиболее целесообразные для использования в энергоустановках с этими видами энергии.

Потребность современного человека в энергии и в электроэнергии, в частности, возрастает непрерывно. Использование людьми энергетических ресурсов в природе является главным фактором, определяющим уровень современной цивилизации и благосостояния. Истощение сырьевых ресурсов грозит уже настоящим поколениям. Решение этой задачи возможно за счет использования в энергетических системах и комплексах не только возможностей традиционной, но и альтернативной энергетики.

Традиционная энергетика включает два основных направления: получение энергии за счет сжигания топлива (уголь, газ, нефть) и атомная энергетика.

В альтернативной энергетике также можно выделить два направления: получение энергии методами нетрадиционной энергетике и за счет использования возобновляемых источников энергии. Нетрадиционная энергетика использует тепло, получаемое от сжигания альтернативного топлива (торф, сланцы, водоросли, мусор, биогаз, шахтный метан, попутный, коксовый газы) и от использования вторичных ресурсов. Среди возобновляемых источников энергии можно выделить следующие направления:

1) солнечная энергетика, которая основана на использовании потока солнечного излучения для производства электроэнергии, получения тепла и холода, пресной воды и т.д.;

2) гидроэнергетика, которая использует энергию движения водных масс рек, озер, морей и океанов: гидроэлектростанции, электростанции на морских и океанических течениях, приливные и волновых электростанции;

3) геотермальная энергетика использует тепловую энергию Земли, позволяет получать тепловую и электроэнергию, решать проблемы теплоснабжения гражданских и промышленных сооружений.

4) ветроэнергетика использует энергию движения воздушных масс для получения тепловой и электроэнергии, для работы энергоагрегатов различных типов, насосных установок и т.д.

5) энергетика, построенная на использовании энергии окружающей среды, т.е. основанная на извлечении тепловой энергии из грунта, воздуха, воды, на использовании перепада температуры морской воды.

Непрерывно продолжается поиск новых направлений получения энергии: экологически чистые котельни, работающие на дровах [1]; сжигание синтез-газа в котлах для получения тепла и электроэнергии. Этот газ может быть получен из самых разнообразных источников, например, илистых осадков канализационных стоков, [1].

Проводятся работы по усовершенствованию дизель-генераторных установок, по расширению использования малых и микро-ГЭС, ведутся научные изыскания по разработке маломощных АЭС на промышленно отработанных тепловыделяющих элементах (ТВЭЛ-ах). Активизировано изучение ранее известных, но в прежние времена технически не решаемых проектов, например, предложения по созданию солнечных электростанций на Луне с последующей передачей их энергии на Землю микроволновыми лучами, [3]. Проблема выбора электрогенератора является основополагающей для получения электроэнергии от любого возобновляемого источника энергии.

Активизация поиска новых источников энергии определяется не

только расширением спроса на электроэнергию, но и ростом угрозы экологической катастрофы.

Наиболее перспективными направлениями в энергетике Украины, использующей возобновляемые источники энергии, являются малая гидроэнергетика, геотермальная и ветроэнергетика. Развитие этих направлений позволит провести децентрализацию общей энергетической системы, снимет проблемы в электроснабжении как отдаленных и труднодоступных районов сельской местности, так и в управлении крупными энергетическими системами.

Согласно оценкам специалистов, [3], общий потенциал геотермальной энергии оценивается в  $438 \cdot 10^9$  кВт·час в год, что эквивалентно запасам топлива в объеме  $50 \cdot 10^6$  тонн условного топлива. Малые и микро-ГЭС могут внести большой вклад в обеспечение автономных потребителей в горных районах Карпат и Крыма. Однако наиболее перспективным направлением в Украине является ветроэнергетика.

Паспортная мощность шести установленных ветроэнергетических станций (ВЭС), на которых установлено 350 ветрогенераторов, составляет около 40 МВт. Специалисты Украинского НИИ гидрометеорологии считают, что перспективными для развития ветроэнергетики являются степной Крым, Кировоградская, Днепропетровская, Херсонская и Харьковская области. Ведутся работы по установлению ветроэнергетических установок (ВЭУ) на Арабатской стрелке, где запланировано строительство Восточно-Сивашской ВЭС мощностью 50 МВт. Для оценки перспектив использования ВЭУ уже смонтировано измерительное оборудование для изучения воздушных потоков в Скадовске и на Кинбурнской косе.

Из-за нестабильности напора ветра меняется частота вращения лопастей ветряка, т.е. частота вращения ротора генератора и частота вырабатываемого напряжения. Решение этой проблемы позволит прямо включать ветрогенераторы в промышленную сеть. Более простым и потому очень перспективным является использование ветрогенераторов для автономных бытовых потребителей, где нет необходимости в строгой стабилизации частоты вырабатываемого напряжения. В качестве примера можно рассмотреть фермерское хозяйство, где основными электроприемниками являются асинхронные двигатели, установленные в приводах пилорам, насосов, доильных аппаратов, осветительных установок и т.д.

Проведенные нами расчеты показали, что асинхронные двигатели, как с фазным, так и с короткозамкнутыми роторами, имеют достаточно устойчивые механические ( $n_2$ ,  $M_2 = f(P_2)$ ) и рентабельные энергетические ( $\eta$ ,  $\cos\phi$ ,  $I_2 = f(P_2)$ ) характеристики в широком диапазоне изменения

частоты вырабатываемого напряжения. В зависимости от типа двигателя и его мощности допустимым является диапазон от (25 – 60) Гц до (60 – 65) Гц. Конечно, для электроники (телевизор, музыкальный центр, магнитофон и т.д.) стабилизация необходима, но в таких случаях суммарная электронагрузка невелика и вопрос получения напряжения с частотой 50 Гц решается достаточно просто.

Для более мощных автономных электроприемников перспективно комбинирование работы ВЭС с асинхронными генераторами, например, с гидроаккумулирующей электростанцией (ГАЭС). При этом ветроэнергетические установки (ВЭУ) могут работать круглосуточно непосредственно на гидронасосы, которые закачивают воду в верхнее водохранилище ГАЭС, а в ночное время к ним будет присоединяться часть синхронных машин, переведенных на этот период в двигательный режим. Например, с учетом знания скорости ветра на Киевском море, на Киевской ГАЭС можно получить до 500 МВт мощности, если присоединить к гидроаккумулирующей электростанции ветрогенераторную станцию, [3].

Отдельный класс автономных электроприемников составляют двигатели летательных аппаратов разного типа, морских судов, для которых весьма важной является проблема уменьшения массогабаритных показателей. Для этих установок наиболее интересны простые, легкие, недорогие, механически надежные АГ с к.з. роторами и с мультипликаторами. Основными недостатками этих машин является потребление из сети большой реактивной мощности, а также то, что их целесообразно использовать, начиная с  $n_1 > 500 \text{ мин}^{-1}$ . Свойства АГ в определяющей степени зависят от способа возбуждения, т.е. способа получения ими реактивной мощности. Используются АГ с самовозбуждением и независимым возбуждением. Для работы на автономную сеть используются АГ с подведением реактивной намагничивающей мощности со стороны статора, ротора или одновременно с обеих сторон.

Структурная схема стабилизации частоты зависит от конкретного типа генераторной установки. АГ независимого возбуждения с подводом реактивной энергии со стороны ротора можно использовать при параллельной работе с сетью. Возбуждение АГ током частоты скольжения при асинхронной частоте вращения является необходимым условием получения на выходе постоянной частоты. С частотой скольжения переключаются управляемые полупроводниковые приборы преобразователей частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока, или вентильные группы ПЧ с непосредственной связью. Управление преобразователями осуществляется при помощи систем стабилизации частоты. В них входит задающий

автогенератор, устройство разностной частоты и устройство управления преобразователями.

### **Выводы.**

1. Конкуренцию АГ составляют синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов (ПМ). Этому во многом способствует использование высококоэрцитивных магнитов из NbFeB, SmCo, Ferrities и Alnico, которые создают магнитные поля с индукцией до 1,3 – 1,4 Тл [4] и имеют срок жизни не менее 20 лет. Перспективно рассмотрение возможности использования униполярных генераторов постоянного тока.

2. Работы по разработке методики выбора генераторов для энергоустановок на возобновляемых источниках необходимо продолжать.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Осипчук И.В. Под Киевом появится электростанция, работающая на фекалиях // Факты и комментарии. – 22.07.03.*
2. *Крисвелл Д. Энергетический кризис Земли решают Луна и Солнце // Сегодня. – 30.08.03.*
3. *Белодед В.Д. Развитие нетрадиционной возобновляемой энергетики // Энергоинформ, 12.02.2003.*
4. *Рогачевская Г.С., Сидельников Б.В., Кулешов Е.В. Нетрадиционные генераторы для возобновляемых источников энергии // Материалы 6-й международной конференции «Нетрадиционные электромеханические и электронные системы», Алушта, Крым, 2004. – С. 23.*

*Поступила 6.09.2004*

**ШЕВЧЕНКО Валентина Владимировна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика» Украинской инженерно-педагогической академии. В 1977 году окончила Харьковский политехнический институт. Область научных интересов – электрические машины, ветроэнергетика.

**ШЕВЧЕНКО Сергей Евгеньевич**, студент электромашиностроительного факультета Харьковского политехнического института. Область научных интересов – силовая электроника, ветроэнергетика.

---