

Целесообразность внедрения ветроэнергетических установок в условиях России

А.А. Митрофанов, инженер-проектировщик,
ООО «УМИТЦ»; **В.В. Реймер**, к.т.н.,
В.Ю. Бибарсов, к.с.-х.н., Оренбургский ГАУ

Любое технико-технологическое инновационирование должно сопровождаться экономической оценкой целесообразности его использования, т.к. именно выгодность для потребителя определяет возможность внедрения той или иной продукции в условиях рынка.

Цена на электроэнергию, получаемую традиционными способами, неуклонно растёт, в связи с чем всё больше актуализируется вопрос её получения альтернативными методами, среди которых, как отмечают многие специалисты, применение ветроэнергетических установок (ВЭУ) является наиболее перспективным и оптимальным. Как известно, Россия – страна с самой протяжённой морской береговой линией, имеет большую акваторию пре-

сноводных озёр, огромные площади равнинных земель, что является несомненным потенциалом для развития технологий получения электрической энергии, основанных на использовании кинетической энергии ветра. Практический опыт стран с похожими на российские геоклиматическими условиями, таких, как Канада, Германия, США, Дания и др., доказывает возможность реализации этого в коммерческих целях [1].

Ветроэнергетические установки принято подразделять на две большие группы: сетевые и автономные (более мелкие). К сетевым относят ВЭУ, предназначенные для работы параллельно с единой энергосистемой. По данным зарубежных источников [2], сетевые ВЭУ окупаются за 6–8 лет, а в дальнейшем приносят чистую прибыль. В России в настоящее время существует лишь одна сетевая ветроэлектростанция – Воркутинская ВЭС, входящая в состав энергосистемы «Коми-

энерго». Однако и она практически не используется и заброшена. Невостребованность ВЭУ главным образом связана с всё ещё достаточно низкими ценами на электроэнергию в России, отсутствием соответствующего законодательства и стандартов, а также монополией магистральных сетей.

Именно это даёт предпосылки к изучению вопроса возможности внедрения автономных энергоустановок, мощность которых соизмерима с мощностью потребителей и которые схемно не связаны с «большой» энергетикой. Цена 1 кВт·ч электроэнергии, полученной автономными установками, на данный момент достаточно велика по сравнению с дизельными электростанциями, что сдерживает их внедрение, поэтому именно этому вопросу необходимо уделять особое внимание для реализации их резерва эффективности с целью минимизации стоимости получения электричества. Решение этого вопроса позволит широко внедрять указанные технологии в различных отраслях народного хозяйства [3].

При построении САЭ на базе ВЭУ наиболее важна комплексная проработка всех вопросов, поскольку ВЭУ потенциально должны снизить:

- финансовые затраты на транспортировку и хранение топлива;
- потери при передаче электрической и тепловой энергии от источника к потребителю;
- затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание энергоисточников.

Наряду с достоинствами ВЭУ существует и ряд их недостатков.

Рассмотрим основные причины, сдерживающие повсеместное внедрение ВЭУ.

К объективным причинам медленного внедрения ВЭУ в практическую энергетику относятся [4]:

1) ветер как источник энергии. Ветер обладает непостоянными характеристиками, имеет большие колебания скорости, сопровождающиеся резким изменением выдаваемой мощности, средние скорости ветра существенно изменяются в суточном и годовом циклах. Мировая практика показывает, что при среднегодовых скоростях ветра менее 4–5

м/с применение сетевых ВЭУ неэффективно. Согласно ветровому кадастру России, лишь 40% её территории может использоваться для выработки электроэнергии. Значительным ветроэнергетическим потенциалом обладают зоны побережья и островов Северного Ледовитого и Тихого океанов, Азово-Черноморская и Каспийская зоны;

2) особенности преобразования энергии ветра в электрическую. В результате непостоянства ветра и сильной зависимости мощности от скорости ветра ВЭУ не могут обеспечить высокое качество электроэнергии и надёжность электроснабжения потребителей в автономном режиме. Число часов использования генерирующей мощности ВЭУ зависит от среднегодовой скорости ветра и лежит в пределах 2–4 тыс. ч в год. Наиболее благоприятны для работы ВЭУ осенне-зимний и ранний весенний периоды года, что в целом совпадает с условиями изменения электрической и тепловой нагрузок объектов автономного энергоснабжения (ОАЭ);

3) высокая стоимость. По данным различных источников, стоимость 1 кВт вводимой в эксплуатацию мощности ВЭУ составляет от 1000 до 1500 долл. США, что в несколько раз превышает капиталовложения в дизельные электростанции небольшой мощности (до 300 кВт), составляющие 200–250 долл/кВт. По оценкам экспертов, в перспективе по мере развития ветротехники можно ожидать снижения стоимости ВЭУ [3].

Проведём анализ основных схем соединения ВЭУ с сетью потребителя [5].

1. Схема с ручным переключателем двустороннего действия для осуществления выбора источника питания (1-е положение – подключена сеть, 2-е положение – подключена ВЭУ) (рис. 1).

При наличии ветра ВЭУ вырабатывает электроэнергию, поступающую через переключатель и распределительный щиток потребителю. При отсутствии ветра или большом увеличении нагрузки, которую не может обеспечить ВЭУ, необходимо вручную переключить переключатель в положение «сеть». В этом случае ВЭУ при появлении ветра

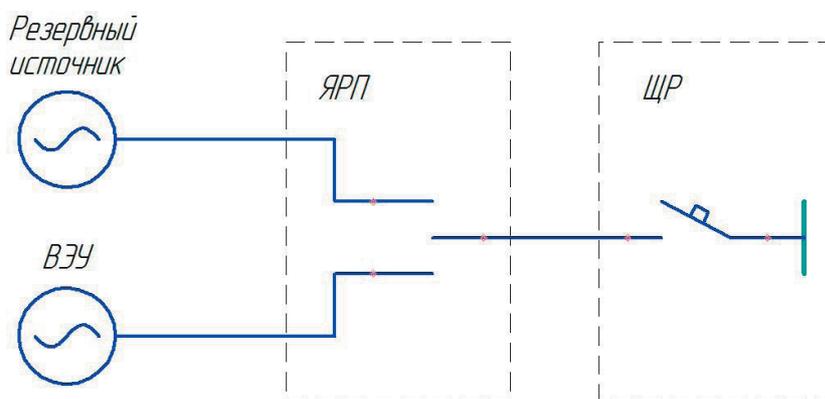


Рис. 1 – Структурная схема с ручным переключателем:

ЯРП – ящик с перекидным рубильником; ЩР – щит распределительный

будет заряжать аккумуляторные батареи, а потребитель сможет получать электроэнергию только от сети. Для питания от ВЭУ необходимо переключить вручную переключатель обратно в положение 1.

Преимущества:

- простая недорогая система.

Недостатки:

- переключение требует присутствия человека;
- в момент переключения происходит перерыв в энергоснабжении;
- максимальная потребляемая мощность при питании от ВЭУ не может быть больше номинальной мощности инвертора.

2. Схема с использованием коммутатора и штатного инвертора (рис. 2).

Коммутатор, встроенный в инвертор, коммутирует входы в соответствии с алгоритмом приоритета, который может быть запрограммирован потребителем. Потребитель получает электроэнергию из источника, являющегося наиболее выгодным. Например, при наличии ветра и нормальной работе ВЭУ потребитель питается от системы «ВЭУ + АКБ», при отсутствии ветра – от сети, бензо-(дизель-)генератора или иных источников питания (солнечные батареи и т.д.), в соответствии с приоритетом входа в коммутатор.

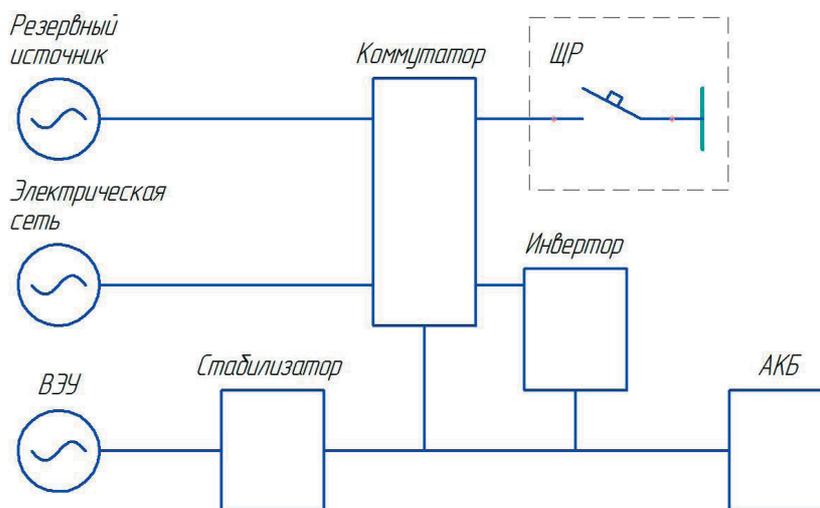


Рис. 2 – Структурная схема с использованием коммутатора и штатного инвертора:
АБК – аккумуляторные батареи

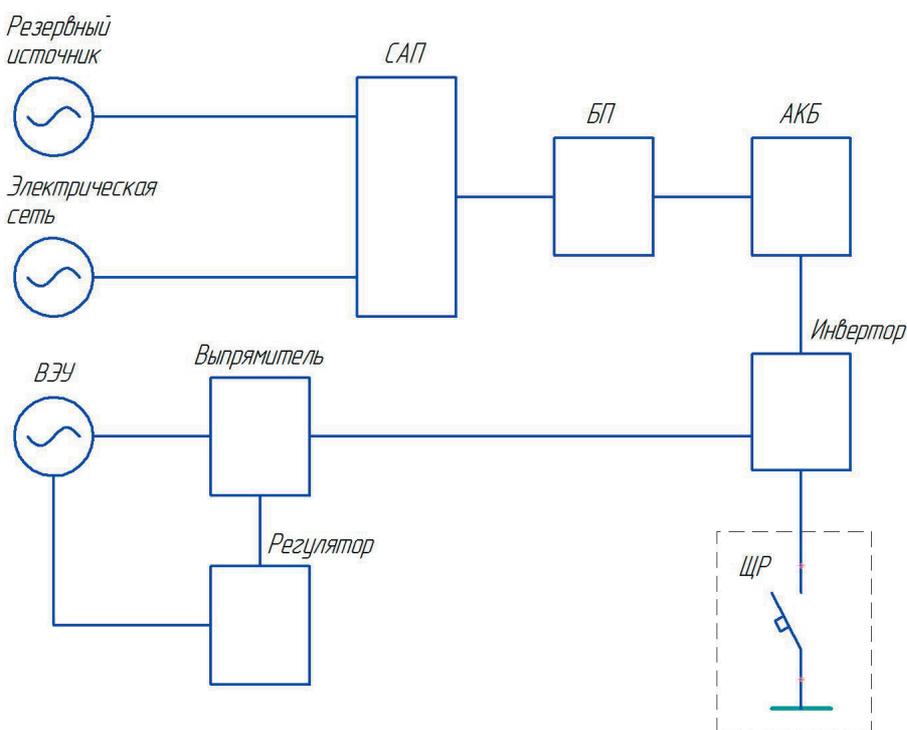


Рис. 3 – Структурная схема системы двойного преобразования:
САП – система автоматического пуска; БП – блок питания

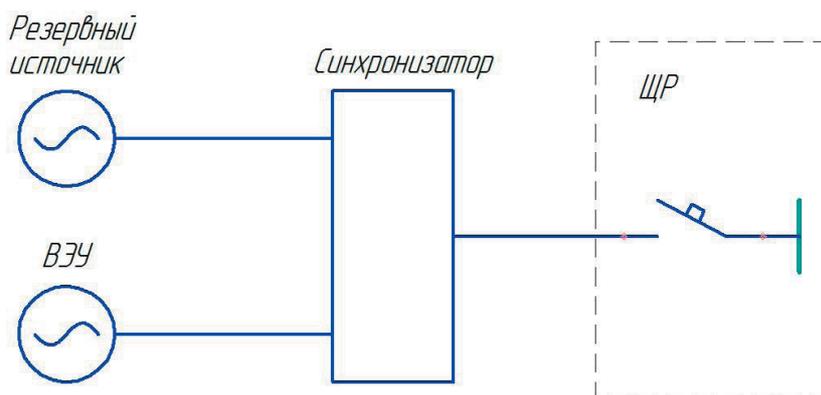


Рис. 4 – Структурная схема с применением синхронизатора частоты

Преимущества:

- переключение происходит автоматически;
- недорогая система, не требуется дополнительных приборов.

Недостатки:

- при переключении входов коммутатора из одного положения в другое происходит несущественный перебой в энергоснабжении (до 20 миллисекунд);
- максимальная потребляемая мощность при питании от ВЭУ не может быть больше номинальной мощности инвертора.

3. Схема с использованием системы двойного преобразования (рис. 3).

Если выходы всех источников по постоянному току (ВЭУ, аккумуляторы, сеть, преобразованная в постоянный ток, дизель-генератор и любые другие источники электроэнергии) соединить параллельно, можно получить систему плавного бесперебойного питания.

При наличии ветра ВЭУ имеет приоритет и является основным источником питания. В период безветрия или превышения уровня потребления сверх того, что может выдать система «ВЭУ + АБК» в настоящий момент, потребитель получает энергию от иных источников электроэнергии согласно приоритету, заказанному потребителем изначально. Перепрограммировать приоритет нельзя.

Преимущества:

- переключение не требует присутствия человека;
- отсутствие перебоев в энергоснабжении.

Недостатки:

- система более дорогая, т.к. требуются дополнительные приборы;
- потери мощности в системе за счёт двойного преобразования энергии достигают 30% (AC/DC – 15% и DC/AC – 15%);
- максимальная потребляемая мощность не может быть больше номинальной мощности инвертора.

4. Схема с использованием синхронизатора частоты (рис. 4).

Данное устройство позволяет синхронизировать частоту входящей сети с частотой выхода инвертора ветроустановки (ВЭУ) по переменному току.

При наличии ветра ВЭУ имеет приоритет и является основным источником питания. В период безветрия или возрастания энергопотребления до уровня, превышающего мощность ВЭУ (или системы «ВЭУ + АБК»), синхронизатор дополнительно потребляет из сети мощность, необходимую для покрытия нагрузки.

Преимущества:

- переключение не требует присутствия человека;
- отсутствие перебоев в энергоснабжении.

Недостатки:

- система дорогая, т.к. требуется дополнительный прибор (стоимость синхронизатора составляет около 25000 рублей за кВт);
- максимальная потребляемая мощность не может быть больше номинальной мощности синхронизатора и/или инвертора.

Таким образом, в результате анализа схем автономного электроснабжения на базе ВЭУ нами был сделан следующий вывод, что наиболее целесообразной к внедрению с технико-экономической точки зрения является схема с использованием коммутатора и штатного инвертора ввиду наличия обратных связей и малых потерь электрической энергии.

Литература

1. Безруких П.П. Что может дать энергия ветра. М., 2002. 36 с.
2. Фатеев Е.М. Ветро двигатели и ветроустановки. М.: ОГИЗ, 1948. 539 с.
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2010. 232 с.
4. Закржевский Э.Р. Ветро двигатели для механизации животноводческих ферм. Минск: БССР, 1959. 197 с.
5. Модификация 6-лопастной ВЭУ – малая ветроустановка для обеспечения энергопитания небольшого дома, удалённого объекта. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-365684.html?page=2> (дата обращения: 18.11.2013).