

УДК 60

***ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСТАБИЛЬНОСТИ
ЭНЕРГОВЫРАБОТКИ УСТАНОВОК ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ***

Чебоксаров В.В.

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Возобновляемые источники энергии и электрические системы и сети»

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

Севастополь, Россия

Кузнецов П.Н.

старший преподаватель кафедры «Возобновляемые источники энергии и электрические системы и сети»

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

Севастополь, Россия

Аннотация

В статье показано значение ветровой и солнечной энергетики для решения глобальных экологических проблем. Приведены факторы, сдерживающие их развитие. На примере промышленной солнечной электростанции мощностью 100 кВт и ветроэлектрической установки USW-56-100, показан переменный характер энерговыработки установок, работающих от возобновляемых источников энергии. Описаны возможные пути снижения негативных последствий от нестабильного характера выработки таких установок.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, нестабильность, энерговыработка, гибридная установка

***WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF INSTABILITY OF ENERGY-
DEVELOPMENT OF INSTALLATIONS OF RENEWABLE ENERGY***

Cheboksarov V.V.

*Cand. tech. Sci., associate professor, associate professor of the department
"Renewable energy sources and electrical systems and networks"*

Sevastopol State University,

Sevastopol, Russia

Kuznetsov P.N.

*Senior Lecturer, Department of Renewable Energy Sources and Electrical Systems
and Networks*

Sevastopol State University,

Sevastopol, Russia

Annotation

The article shows the importance of wind and solar energy for solving global environmental problems. The factors hindering their development are given. On the example of an industrial solar power plant with a capacity of 100 kW and a wind-electric installation USW-56-100, the variable nature of the energy production of installations operating from renewable energy sources is shown. Possible ways to reduce the negative effects of the unstable nature of the development of such facilities are described.

Keywords: renewable energy, instability, power generation, hybrid installation.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) многочисленны и по своей физической сущности весьма разнообразны. При этом использование различных видов ВИЭ в настоящий момент находится на неординарных стадиях технологического развития. Например, использование градиента солености воды в получении энергии не вышло из стадии лабораторных экспериментов и даже в будущем возможно только ограниченно. Напротив, технологии ветроэнергетики, фотоэлектричества, использование энергии биомассы достаточно давно стали коммерческими и распространены в

Дневник науки | www.dnevnika.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

большинстве стран мира. По глубокому убеждению авторов, следует поддерживать все виды ВИЭ - каждый из них имеет свою область эффективного использования. Однако для решения проблем глобальных, таких как борьба с изменением климата, прежде всего необходимо расширять использование наиболее дешевых, максимально экологически чистых и имеющих наибольшие запасы возобновляемых энергоресурсов. По этим критериям в возобновляемой энергетике уже давно сформировались лидеры – ветровая и солнечная энергетика [1,2].

Объективно использование ВИЭ существенно сдерживается недостатками, присущими каждому из них. Основным недостатком абсолютного большинства ВИЭ следует признать непостоянство и часто плохо предсказуемый характер выдаваемой мощности. Данный недостаток приходится преодолевать весьма затратными мерами по аккумулярованию энергии или резервированию традиционными энергоустановками. Свойственен он и ветроэнергетическим установкам (ВЭУ), работа которых зависит от скорости ветра. Для фотоэлектрических энергетических установок (ФЭУ) характерна зависимость мощности от интенсивности солнечного излучения (функция времени суток, времени года, погодных условий) и температуры. К счастью, указанные факторы непостоянства характеристик ВЭУ и ФЭУ, как правило, имеют слабую корреляцию, что позволяет в существенной степени уменьшить их влияние в комбинированных (гибридных) ветро-солнечных установках.

Как было сказано выше, генерация на основе ВИЭ имеет переменный характер, зависящий от ряда внешних условий, вследствие чего предложение электроэнергии от ВИЭ нестабильно, трудно прогнозируемо и не корректируется под колебания спроса. В настоящее время это действительность, под которую приходится подстраиваться в процессе внедрения энергоустановок, использующих ВИЭ. Для иллюстрации этого, на рис. 1 приведена гистограмма суточной энерговыработки ФЭУ в г. Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Белгороде, имеющей установленную мощность 100 кВт и ВЭУ USW-56-100 Судакской ветроэлектростанции в октябре 2016 г.

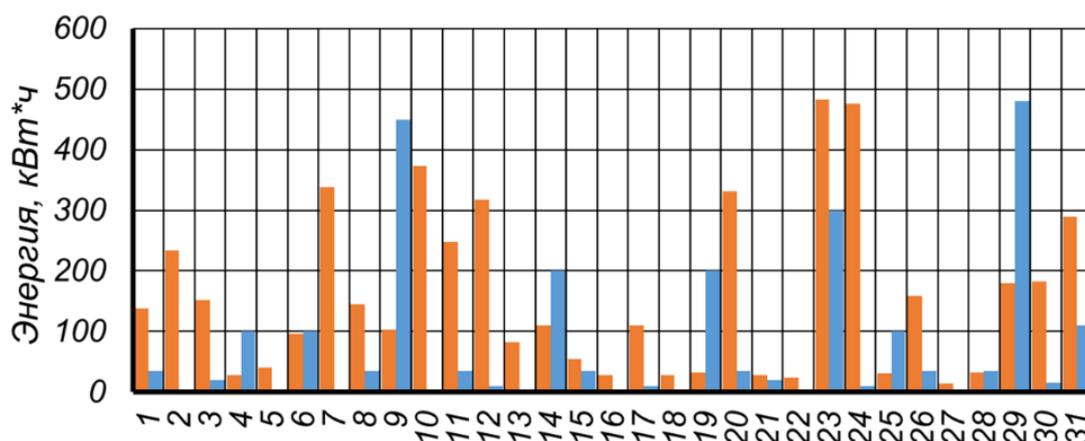


Рис. 1 - Суточная энерговыработка
■ ФЭУ установленной мощностью 100 кВт и ■ ВЭУ USW-56-100
в октябре 2016 г

Однако негативные последствия от естественно нестабильного характера выработки на абсолютном большинстве видов установок с ВИЭ могут быть исключены или, по крайней мере, уменьшены несколькими путями. Во-первых, путем подключения этих энергоустановок к разветвленным магистральным электрическим сетям, простирающимся на многие сотни и тысячи км. В этом случае, например, падение выработки из-за слабого ветра на ВЭУ, расположенных в одном районе, компенсируется выработкой энергии на ВЭУ в другом районе, где ослабления ветра не наблюдается. При этом требуется некоторое резервирование мощности энергоустановок, растут расходы на поддержание сетевой инфраструктуры и возникают неизбежные потери в сетях. Помочь здесь могут технологии Smart Grid, развитие которых во многом было инициировано увеличением доли возобновляемой генерации.

В перспективных планах развития электроэнергетики России, согласно «дорожной карте» Национальной технологической инициативы «Энерджинет» предусмотрен переход на интеллектуальные активно-

адаптивные сети «Smart Grid», предполагающие увеличение масштабов использования ВИЭ и, в частности, фото- и ветроэнергетики [3]. До 2020 г. включительно в РФ планируется ввод более пятидесяти солнечных электростанций, суммарной установленной мощностью 1520 МВт [4] и 21 ветроэлектростанций установленной мощностью 2261 МВт до 2022 г. [5,6].

Во-вторых, широко используется компенсация уменьшенной выработки с ВИЭ за счет включения в той же сети резервных мощностей традиционной генерации, например, тепловой. Однако тем самым ограничиваются возможности для значительного увеличения доли ВИЭ в энергобалансе в целях борьбы с изменением климата. Если энергоустановка с ВИЭ работает автономно, например, в удаленном от магистральных электросетей районе, то она также чаще всего резервируется традиционной генерацией, как правило, дизель-генератором. Однако весьма высокая стоимость самого дизель-генератора, его эксплуатации и обслуживания ухудшает экономические показатели такой гибридной энергоустановки.

В-третьих, применяется включение в энергосистему или в автономную энергоустановку с ВИЭ накопителей энергии различных видов с соответствующим оборудованием для заряда и разряда [7]. Емкость накопителей и мощность нагрузки здесь должны соответствовать ожидаемой длительности перерывов в работе основного генератора на ВИЭ и его мощности соответственно. Недостатком этого решения является очень высокая стоимость установленной мощности накопителя и оборудования преобразования энергии. К примеру, стоимость такого оборудования для ФЭУ, установленной мощностью до 10 кВт, составляет 50-75% стоимости всей установки [8]. Кроме того, у большинства типов накопителей энергии весьма ограничен ресурс работы, например, число циклов заряд/разряд, достаточно жесткие требования по режимам заряда, наблюдается эффект памяти, снижающий емкость накопителя, используются редкие и очень часто токсичные материалы.

Полностью исключить необходимость аккумулирования в энергокомплексах с ВИЭ при переходе к энергетике устойчивого развития, по-видимому, никогда не удастся, однако затраты на аккумуляцию можно значительно уменьшить за счет рационального комбинирования возобновляемых источников различной физической природы. Такой подход можно рассматривать как четвертый, наиболее рациональный и «чистый» путь решения проблемы нестабильности выработки. При этом создаются гибридные установки, в которых недостатки одного из преобразователей возобновляемой энергии частично компенсируются работой преобразователя (преобразователей) энергии другого типа с выдачей энергии всех преобразователей в сеть в одной точке. Немногочисленными примерами здесь являются ветро-солнечные установки, позволяющие в светлое время суток компенсировать выработку электроэнергии при отсутствии ветра и наоборот, термофотоэлектрические гелиоустановки, позволяющие получать тепловую и электрическую энергию с одной рабочей поверхности (абсорбера), солнечно-геотермальные системы теплоснабжения.

Библиографический список:

1. Обзор перспективных технологий в секторе альтернативной энергетики // Московская биржа URL: <https://fs.moex.com/files/16553>
2. Какушина Е.Г. Технико-экономические аспекты развития автономных солнечных энергетических систем / Е.Г. Какушина, Б.А. Якимович, В.В. Кувшинов, П.Н. Кузнецов и др. // Энергетические установки и технологии. 2018. Т. 4. № 4. С. 55-60.
3. Дорофеев В.В. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России / В.В. Дорофеев, А.А. Макаров // Бесплатная электронная версия журнала «Энергоэксперт» № 4, 2009 – С. 28-34.
4. Артемова Е. Энергия солнца [Электронный ресурс]: сетевое издание «Интерфакс-Россия». – Режим доступа: <http://www.interfax-russia.ru>

/South/view.asp?id=545580

5. Перечень проектов ВИЭ, отобранных по результатам ОПВ, проведенного в 2014 - 2017 годах // АО «АТС» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atsenergo.ru/vie/proresults>

6. Кузнецов П.Н. Современное состояние и направления развития фотоэлектрических энергоустановок / П.Н. Кузнецов, Е.В. Гусева, А.А. Борисов // Энергетические установки и технологии. 2018. Т. 4. № 3. С. 51-57.

7. Beaudin M., et al. Energy storage for mitigating the variability of renewable energy sources: An updated review/ Energy for Sustainable Development, Vol. 14, 2014. pp 302-314.

8. Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series. Solar Photovoltaics. June, 2012. Volume 1: Power Sector Issue 4/5. «IRENA», United Arab Emirates June, 2012.

Оригинальность 87%