

Коновалов Юрий Васильевич,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: yrvaskon@mail.ru

Губий Елена Валерьевна,
к.т.н., обучающаяся группы ПРЭм-21-1 ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»,
научный сотрудник ИСЭМ им Л.М. Мерентьева СО РАН,
egubiy@gmail.com

ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Konovалov Yu.V., Gubiy E.V.

THE POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF SIBERIA

Аннотация. Рассмотрено использование как основных, так и альтернативных источников энергии для обеспечения энергетической безопасности. Определены стимулы развития возобновляемой энергетики в условиях Сибири. Выполнен анализ потенциала использования когенерационных установок, объектов малой гидроэнергетики, солнечной энергетики, ветроэнергетики, использования низкопотенциального тепла и биоэнергетики. Определены предпосылки увеличения мощностей генерации возобновляемой энергетики.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, тенденции развития, возобновляемые источники энергии, потенциал.

Abstract. The use of both main and alternative energy sources to ensure energy security is considered. The incentives for the development of renewable energy in the conditions of Siberia have been determined. The analysis of the potential for the use of cogeneration plants, small hydropower facilities, solar energy, wind energy, the use of low-grade heat and bioenergy has been carried out. The prerequisites for increasing the capacity of renewable energy generation are determined.

Keywords: energy security, development trends, renewable energy sources, potential.

Энергетическая безопасность развития промышленности страны и жизнедеятельности населения должна обеспечиваться на государственном уровне. При этом необходимо рассматривать все возможные источники энергии. Основными источниками являются нефть, газ, уголь, энергия течений рек и атомная энергия. Все остальные относят к альтернативным источникам энергии, которые могут быть возобновляемыми и невозобновляемыми. В последнее время такие альтернативные источники энергии как возобновляемые приобретают все большую народнохозяйственную значимость. Детализация возобновляемых источников энергии (ВИЭ) осуществлена в Федеральном законе № 250-ФЗ от 4 ноября 2007 года, и государственным стандартом ГОСТ Р 54531-2011 «Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения».

Тенденция развития ВИЭ совпадает с общемировым политическим курсом, направленным на экологизацию энергетики и, как следствие, на стимулирование развития возобновляемой энергетики. При этом все больший интерес представляет распределенная генерация. Особенно эффективной она может

быть в условиях Сибири, где наблюдается низкая плотность населения и размещения населенных пунктов [1, 2]. В этих условиях существует потребность в источниках энергии, не требующих дорогостоящей транспортировки [3].

Распределенная генерация энергии понимается как производство энергии на уровне распределительной сети или на стороне потребителя, включенного в сеть [4]. Во всем мире распределенная генерация ассоциируется с использованием первичной энергии возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер, геотермальные источники, тепловые насосы и другое. Кроме того, в последнее время появляются проекты по строительству малых станций, функционирующих на основе вторичных энергоресурсов: твердых бытовых отходов и отходов производства (от древесных опилок и стружек до выхлопных газов газоперекачивающих агрегатов), что также экологичнее углеводородного топлива, на котором работают крупные электростанции [5]. Определенный экономический эффект и устойчивость энергоснабжения достигается при совместном использовании ВИЭ с использованием традиционных видов топлива при эксплуатации существующих систем электроснабжения.

Переходным этапом может быть рассмотрено использование когенерационных установок (КГУ). Наиболее крупной сферой распределенной генерации в настоящее время является реконструкция систем централизованного теплоснабжения и преобразование их в мини-ТЭЦ. Производство больших объемов тепловой энергии низкого потенциала в котельных представляет одну из важнейших особенностей энергетики Сибири, обусловленной ее суровым климатом. Поэтому развитие когенерации на базе существующих газовых котельных представляет собой один из крупнейших источников экономии топлива и является одним из важных направлений развития энергетики страны. Возможно замещение индивидуальных теплогенераторов у мелких потребителей (домашние хозяйства, мелкие производства, особенно сельскохозяйственные и лесоперерабатывающие) на микро-КГУ на базе микротурбин, малых газопоршневых установок (ГПУ) и топливных элементов на природном газе и биогазе. Особый интерес в последние годы представляют ГПУ, работающие по органическому циклу Ренкина, где вместо воды и водяного пара применяются органические жидкости. Это позволяет использовать источники тепла, имеющие низкую температуру.

Энергия течения рек сибирских регионов обладает большим потенциалом для строительства малых ГЭС. Однако существует ряд проблем. В частности, сложности в эксплуатации возникают оттого, что зимой реки перемерзают. Тем не менее, в отдельных районах такие станции могут стать решением проблемы энергоснабжения. Для их использования необходимы разработки:

- безнапорных свободнопоточных микро-ГЭС;
- низконапорных малых ГЭС, в том числе понтонных с электронной системой регулирования частоты вращения;

- поплавковых волновых электростанций разных модификаций;
- материалов, обеспечивающих повышение долговечность элементов проточных частей турбин малых ГЭС в условиях абразивного износа при эксплуатации в горной местности.

Несмотря на сибирский климат, уровень инсоляции в Сибири достаточно высок. Например, в Иркутске среднегодовая инсоляция составляет 3,75 кВт·ч/м² [6–8], что вполне сопоставимо с Центральной Европой.

В России имеются возможности не только для использования солнечных электростанций (СЭС), но и для развития собственных технологий и производства стекла и полимеров нужного качества, газов высокой чистоты, инверторов, контроллеров и компонентов систем управления. Перспективными представляются разработки:

- каскадных фотопреобразователей с использованием полного спектра солнечного излучения, с высоким КПД и длительным ресурсом работы;
- некремниевых фотопреобразователей различного типа;
- сопутствующего силового электронного оборудования с целью создания конкурентоспособных солнечных электростанций нового поколения, в том числе сетевых инверторов большой мощности с выходным напряжением 6-10 кВ с улучшенными эксплуатационными параметрами.

В стране разрабатываются технологии формирования активных слоев некремниевых фотоэлектрических модулей с применением физических или химических методов нанесения композиций типа CuInGaSe.

В Сибири имеются огромные ресурсы энергии ветра, особенно в прибрежной зоне северных морей. Однако использование этих ресурсов осложняют суровые климатические условия и низкое электропотребление. В кратко- и среднесрочной перспективе рациональным направлением технологического развития отечественной ветроэнергетики представляется:

- производство ветрогенераторов с горизонтальной осью мощностью 1-3 МВт и более;
- технологии создания и эксплуатации крупных сетевых ветроэлектростанций (ВЭС) на суше и в море;
- создание ВЭС единичной мощностью до 10 МВт, в том числе способных длительно и надежно работать в условиях Арктики;
- системы автоматического управления режимами работы ВЭС;
- системы прогнозирования ветропотенциала.

Климатические условия Сибири ухудшают конкурентоспособность тепловых насосов. Однако их использование может быть экономически эффективным, например, для утилизации сбросного тепла производственных процессов или бытовых сточных вод.

Примером использования теплового насоса является Байкальский музей, расположенный в поселке Листвянка Иркутской области. Этот прибор набирает

воду с температурой 4°C с глубины Байкала, которая проходит через аквариумы музея, нагреваясь до 7–8 °С. Далее она идет в теплообменник насоса и передает тепло теплоносителю. Тот, в свою очередь, нагревает фреон, который подогревает воду в системе отопления до 55°C. За сутки по системе проходит примерно 500 тонн воды. Этого хватает для обогрева трёхэтажного здания музея [9].

В Сибири из всех видов ВИЭ биомасса, возможно, имеет наибольший потенциал. Развитие биоэнергетики в Сибири связывают, в первую очередь, утилизацию отходов лесоперерабатывающих производств.

Прежде всего, древесное топливо должно использоваться для целей теплоснабжения или когенерационной выработки тепловой и электрической энергии. Древесные отходы могут сжигаться как в виде технологической щепы, так и в виде топливных пеллет (или брикетов) [10]. Наиболее распространенным видом масштабного применения сухой биомассы является перевод котельных с традиционных видов топлива на древесные отходы. Топливные пеллеты и брикеты, несмотря на свои явные преимущества, в России почти не используются. Причина – высокие цены, вызванные двумя факторами.

1. Высокая энергоемкость. Значительные запасы древесных отходов, из которых производят этот вид топлива, часто наблюдаются именно в тех районах, где отсутствует централизованное электроснабжение, из-за чего производство биотоплива становится низкорентабельным

2. Ценообразование. Эта продукция пользуется большим спросом в Европе и некоторых азиатских странах. Платежеспособный спрос на пеллеты внутри страны не соответствует мировому. Поэтому в России рынок сбыта пеллет нестабильный, большая часть продукции экспортируется. Цены на ту продукцию, которая остается России, продиктованы экспортными [11, 12].

Биотопливо имеет низкую энергетическую плотность, поэтому его перевозка на большие расстояния значительно повышает конечную стоимость энергии. Актуальными в настоящее время являются исследования возможности утилизации лигнина при изготовлении пеллет [3] и технологии газификации биотоплива.

Таким образом потенциал технологий возобновляемых источников энергии в условиях Сибири напрямую связан с развитием распределенной генерации энергии. В этом заключаются предпосылки увеличения мощностей генерации возобновляемой энергетики. Учитывая воздействие глобальной климатической политики и взятых Россией в ее рамках обязательств, а также высоких темпов технического совершенствования энергоустановок на базе ВИЭ, необходимо развивать малую энергетику в Сибири, несмотря на большие запасы традиционных энергоресурсов. Это позволит не только сократить негативное антропогенное воздействие на окружающую среду, но и снизить возможный

экономический ущерб страны в результате соблюдения условий Парижского климатического соглашения.

Учитывая огромные запасы биоэнергетических ресурсов, необходимо использование биоэнергетических установок в качестве генерирующих объектов в системе малой распределенной энергетики. Это позволит наиболее гибко использовать региональные особенности ресурсной базы и обеспечит утилизацию отходов лесоперерабатывающих производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возобновляемые источники энергии в условиях Сибири. [Электронный ресурс]. URL: <https://altenergiya.ru/apologiya/vozobnovlyаемая-energetika-v-sibiri.html>
2. **Любимова Е.Е.** Возобновляемые энергоисточники Сибири: достигнутое и перспективы. Регион: экономика и социология, 2018, № 1 (97), с. 250–270
3. **Khan V.V., Gubiy E.V., Dekanova N.P.** Efficiency of using timber processing waste for heat supply of the city of Baikalsk // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 629 012038. DOI: 10.1088/1755-1315/629/1/012038
4. Инновационная электроэнергетика–21 / под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.И. Воропая. – М.: ИЦ «Энергия», 2017. 584 с.
5. **Колесникова Ж. А.** Малая энергетика в России: преимущества и практические проблемы // Энергетика и Право. 2019. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://advocates.su/files/kolesnikova4-2019ep.pdf>
6. **Nova Sun.** Сайт о солнечных батареях и ветряках [Электронный ресурс]. URL: <https://nova-sun.ru/insolyatsiya-v-rossii/irkutsk>
7. **Konovalov Yu.V., Khaziev A. N.** New Technologies in Solar Power Plant Study in the MATLAB Program Applied to the Conditions of Angarsk City. (2021) Lecture Notes in Networks and Systems, 232 LNNS, pp. 760-770.
8. **Konovalov, Yu.V., Khaziev, A.N.** Computer technology applications to calculate the insolation of photoelectric power plant. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 990(1), 012048 DOI 10.1088/1755-1315/990/1/012048
9. Исследования и разработки Сибирского отделения Российской академии наук в области энергоэффективных технологий: Монография. – Новосибирск: СО РАН, 2009. 405 с.
10. **Губий Е.В., Зоркальцев В.И.** Эффективность энергетических плантаций. – Новосибирск: Наука, 2018. 96 с.
11. **Gubiy E.V.** The use of waste products of the forestry sector for energy purposes in the central ecological zone of the Baikal natural area // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 990 012002. DOI: 10.1088/1755-1315/990/1/012002.
12. Биоэнергетика в Российской Федерации. Дорожная карта развития биоэнергетики на период 2019–2030. [Электронный ресурс]. URL: http://www.tpbioenergy.ru/upload/file/dorozhnaya_karta_tp_bioehnergetika.pdf.