



УДК 621.357.1; 669.713.7
doi:10.21685/2587-7704-2022-7-2-6



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Интеграция водородной энергетики в концепцию зеленой экономики

Татьяна Юрьевна Бростилова

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
tat-krupkina@yandex.ru

Екатерина Александровна Корнеева

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
tat-krupkina@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы применения электролизерных установок для получения водородного топлива при проектировании районных распределительных сетей с практическим использованием ветряных и солнечных электростанций для электроснабжения района.

Ключевые слова: электролизерная установка, водородное топливо, ветровая электростанция, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, распределительная сеть

Для цитирования: Бростилова Т. Ю., Корнеева Е. А. Интеграция водородной энергетики в концепцию зеленой экономики // Инжиниринг и технологии. 2022. Т. 7(2). С. 1–5. doi:10.21685/2587-7704-2022-7-2-6

Integration of hydrogen energy into the green economy concept

Tat'yana Yu. Brostilova

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
tat-krupkina@yandex.ru

Ekaterina A. Korneeva

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
tat-krupkina@yandex.ru

Abstract. The paper deals with the use of electrolyzer plants for the production of hydrogen fuel in the design of district distribution networks with the practical use of wind and solar power plants for the power supply of the district.

Keywords: electrolyzer plant, hydrogen fuel, wind power plant, solar power plant, renewable energy, distribution network

For citation: Brostilova T.Yu., Korneeva E.A. Integration of hydrogen energy into the green economy concept. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2022;7(2):1–5. (In Russ.). doi:10.21685/2587-7704-2022-7-2-6

Промышленные предприятия, транспорт, связь, сфера услуг требуют значительных объемов генерации электрической энергии. Почти половина энергии вырабатывается тепловыми электростанциями. Электростанции и инфраструктура энергетики сжигают огромные объемы углеводородного топлива. В атмосферу выбрасываются значительные объемы токсичных веществ, углекислый газ, зола, сажа.

«Развитие энергетики, особенно топливной, связано с нанесением значительного ущерба окружающей среде как на локальном (нарушение ландшафтов в местах добычи полезных ископаемых, загрязнение воздуха при их сжигании), так и глобальном уровне (выбросы CO₂ и проблема изменения климата). В настоящее время энергетика является одной из крупнейших отраслей по масштабам воздействия на окружающую среду. Как следствие, экологические ограничения играют все возрастающую роль в развитии мировой энергетики» [1].

Концепция «зеленой энергетики» ставит своей целью восстановление безопасной среды обитания человека. Важнейшее направление – снижение доли электроэнергии, вырабатываемой тепловыми



станциями и значительное уменьшение загрязнений окружающей среды. Первыми это направление начали интенсивно внедрять промышленно развитые страны Евросоюза.

Мощности тепловых электростанций заменяют генерацией на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). К ним относятся ветровые (ВЭС) и солнечные (СЭС) электростанции. Внедрение экологически чистых объектов генерации в существующие распределительные электрические сети связано с рядом технологических особенностей.

Европейские страны являются основными потребителями органического топлива. Они имеют ограниченные территории с очень высокой плотностью населения. Негативное воздействие на природу особенно заметно. В нашей стране вопрос не стоит так остро. Но РФ присоединилась к международному соглашению по климату и должна выдерживать квоты.

Мощность генерации ВЭС и СЭС зависит от погодных условий, носит сезонный характер и меняется в течение суток. Значительную долю времени ВЭС и СЭС работают в режиме средних и малых нагрузок. Максимальная или пиковая мощность наблюдается не более 20 % от общего времени работы. Поэтому для генерации заданной мощности строят ВЭС и СЭС с избыточной установленной мощностью.

Суточные колебания потребляемой мощности приводят к тому, что ночью, в выходные и праздничные дни мощность генерации СЭС и ВЭС приходится ограничивать. Напротив, в неблагоприятные периоды собственной генерации не хватает. Электроснабжение района выполняется за счет транзита магистральными линиями электропередачи (ЛЭП). Время работы ЛЭП с полной нагрузкой относительно невелико и меняется случайным образом. Строить магистральные ЛЭП большой мощности экономически невыгодно.

Напротив, при благоприятном сочетании погодных условий мощность генерации ВЭС и СЭС может в 3–5 раз превышать потребности района. Для передачи огромной мощности районные и региональные сети также должны иметь пропускную способность в несколько раз выше расчетной.

Другой путь снижения потерь электроэнергии на транзит – включение балластной нагрузки в местах генерации. В качестве такой нагрузки применяют электролизеры. Электролиз воды требует огромных объемов электрической энергии. Электролизеры могут загрузить ВИЭ, когда в энергосистеме есть избыточная мощность. Электролиз воды позволит получать газообразный водород и кислород.

В данной работе рассматривается возможность и эффективность применения водородного топлива при распределенной генерации на основе ВИЭ.

В летнее время при максимальной генерации СЭС с 6 до 19 ч наблюдается избыток мощности в системе (рис. 1) [3].

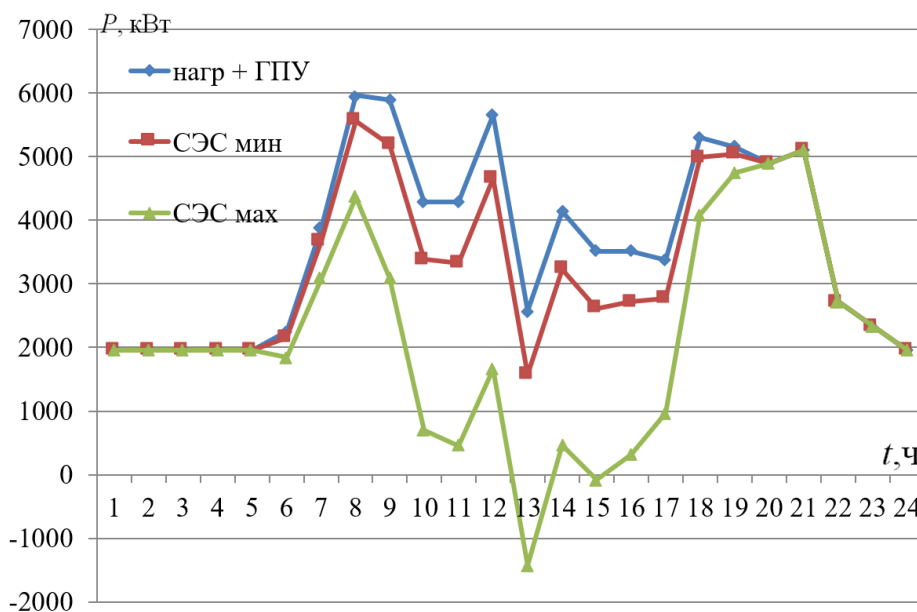


Рис. 1. Суточный график нагрузок района с ГПУ и солнечными электростанциями

Эту мощность можно сбросить на электролизеры и получить таким образом чистый водород. Полученное топливо необходимо аккумулировать в баллоны, которые будут находиться в специаль-



ных хранилищах [2]. Откуда хранящееся сырье нетрудно будет доставить на ТЭС, которая включается в работу при недостатке генерации на ВИЭ. При этом электролизеры выступают в роли балластной нагрузки. Они обладают достаточной инерционностью, чтобы успевать за изменением суточного графика нагрузки района. Даже при минимальной генерации СЭС зимой также возникают излишки мощности с 8 до 17 ч, что также дает возможность применения электролизных установок.

В ситуации с ветропарками дело обстоит куда лучше. Здесь избыток мощности даже при минимальной генерации ВЭУ позволяет использовать электролизные водородные станции (ЭВС) на протяжении всех суток (рис. 2). Это дает повод задуматься о преимуществах такого альтернативного источника энергии (АИЭ).

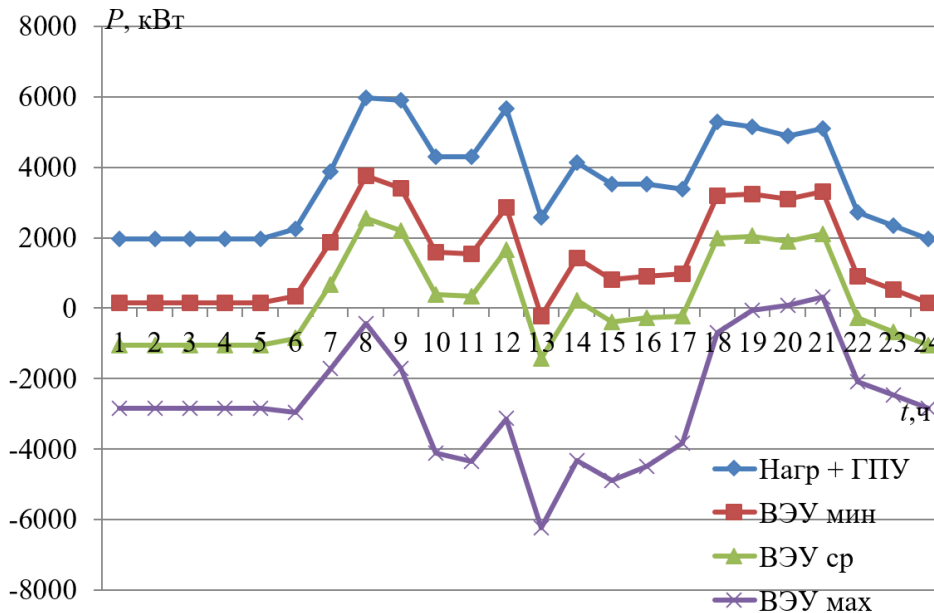


Рис. 2. Суточный график нагрузок района с ГПУ и ветропарками

В случае использования солнечного и ветряного АИЭ картина становится более привлекательной даже при минимальной мощности ВИЭ. При таком раскладе СЭС и ВЭУ взаимно резервируют друг друга (рис. 3). Излишки мощности возникают в течение всех 24 ч. При этом их максимум наблюдается с 7 до 17 ч. Это дает надежду на рентабельность включения в систему электроснабжения района балластной нагрузки в виде ЭВС, так как не везде возможно использовать другой вариант балласта, как например, ГАЭС.

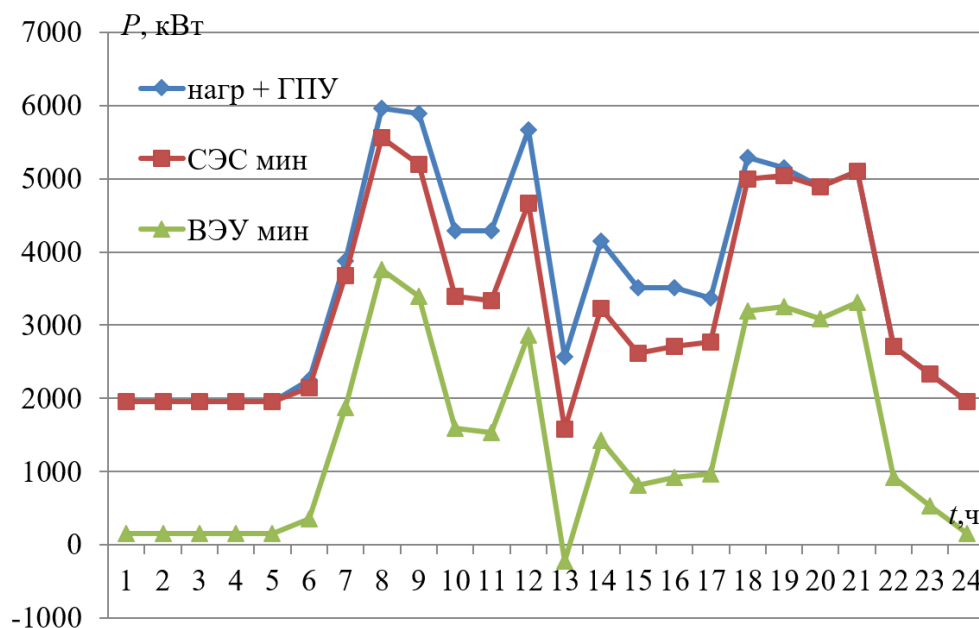


Рис. 3. Суточный график нагрузок района с ГПУ и минимальной мощностью ВИЭ



Из рис. 4 видим, что максимальная мощность ВИЭ подтверждает целесообразность использования балласта в виде электролизных установок.

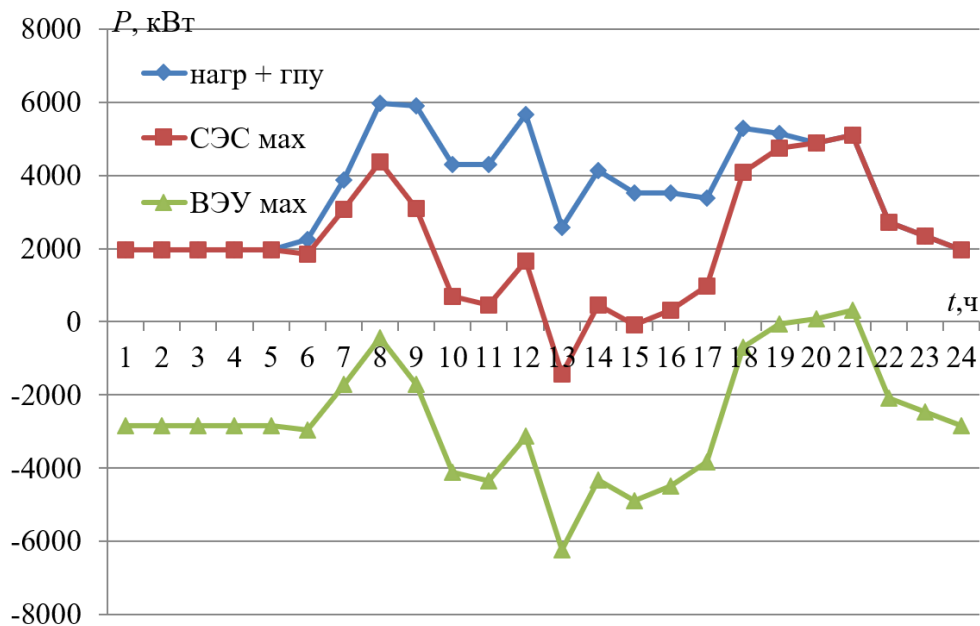


Рис. 4. Суточный график нагрузок района с ГПУ и максимальной мощностью ВИЭ

На месячном графике нагрузок видно (рис. 5), что существует возможность транзита той самой энергии к ЭВС, где получаем запасы «зеленого» водорода. Если же приблизить ЭВС к местам генерации, исключив потери на транзит, то и больше энергии пойдет на выработку водорода, т.е. в течение года установка будет непременно задействована.

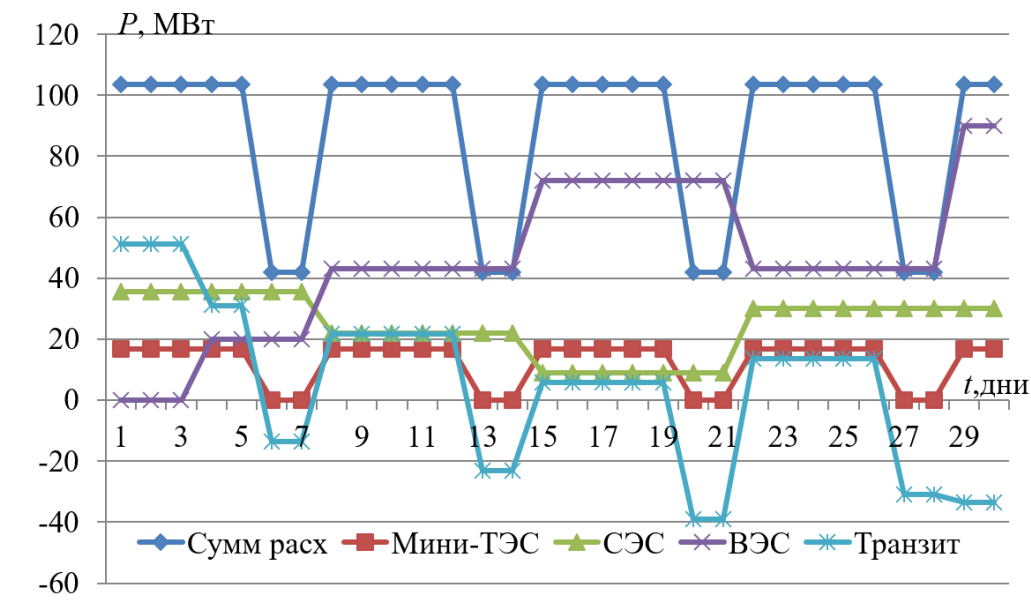


Рис. 5. Месячный график нагрузок ГПУ и средняя мощность ВИЭ

В результате имеем дополнительную энергию в случае дефицита генерации на ВИЭ, а также вариант реализации избыточной энергии. Ко всему прочему благодаря ЭВС удерживается баланс энергосистемы. Такая организация системы электроснабжения удовлетворяет требованиям снижения углеродного следа.

Это все о положительных сторонах применения ВИЭ. Но есть и минусы.

В случае реализации проекта распределенной генерации создание автономной системы электроснабжения удаленных районов только на основе ВИЭ невозможно. При неблагоприятных погод-



ных условиях мощность транзита по региональным ЛЭП снизится в 2 раза, следовательно, и запасов водорода может не хватить для генерации электроэнергии на ТЭС. Поэтому в резерве необходимо иметь запас невозобновляемых источников энергии.

Для России многие проблемы, послужившие началу преобразования тенденций энергетики в Европе, не стоят так остро. В нашей стране имеются достаточные запасы углеводородного топлива, просторы государства позволяют рассеять выбросы ТЭС в ее пределах.

Все перечисленное хорошо для небольших районов. Если же это крупный промышленный центр, одной энергии ВИЭ трудно обойтись, даже запасов вторичного топлива вряд ли хватит, т.е. для выработки нужного количества водорода придется использовать и углеродное топливо. В таком случае водород будет не «зеленым», а «голубым», «серым» (при использовании газа) или «коричневым» (при использовании бурого угля).

Выходом из сложившегося положения может стать накопление водорода при использовании энергии ГЭС Северо-западного района и транспортировка его в крупные центры.

Еще одним недостатком является дороговизна получаемого зеленого водорода, вследствие удорожания редкоземельных металлов, без которых невозможно строительство СЭС и ВЭУ.

Список литературы

1. Бушуев В. В., Мастепанов А. М., Куричев Н. К. [и др.]. Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / под ред. В. В. Бушуева ; Междунар. центр устойчивого энергетического развития под эгидой ЮНЕСКО (МЦУЭР) ; Глобальная энергетика и устойчивое развитие (ИЭС). М. : Энергия, 2011. 360 с.
2. Яковлев А. О., Хаметов Р. С. Зеленая водородная экономика для возобновляемых источников энергии // Молодой ученый. 2021. № 49 (391). С. 482–487. URL: <https://moluch.ru/archive/391/86389/> (дата обращения: 27.02.2022).
3. Агеев В. А., Голобоков С. В., Лебедянцев А. А. Повышение эффективности энергоснабжения малых муниципальных районов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Национальной с междунар. участием науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, ученых и специалистов. Тюмень : Изд-во ТИУ. 2020. Т. 2. С. 166–169.

References

1. Bushuev V.V., Mastepanov A.M., Kurichev N.K. et al. *Mirovaya energetika – 2050 (Belaya kniga) = World Energy – 2050 (White Paper)*. Moscow: Energiya, 2011:360. (In Russ.)
2. Yakovlev A.O., Khametov R.S. Green hydrogen economy for renewable energy. *Zelenaya vodorodnaya ekonomika dlya vozobnovlyаемых istochnikov energii. Molodoy uchenyy = Young Scientist*. 2021;(49):482–487. (In Russ.) Available at: <https://moluch.ru/archive/391/86389/> (accessed 27.02.2022).
3. Ageev V.A., Golobokov S.V., Lebedyantsev A.A. Improving the efficiency of energy supply in small municipal districts. *Povyshenie effektivnosti energosnabzheniya malykh munitsi-pal'nykh rayonov. Energoberezhenie i innovatsionnye tekhnologii v toplivno-energeticheskom komplekse: materialy Natsional'noy s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov, uchenykh i spetsialistov = Energy Saving and Innovative Technologies in the Fuel and Energy Complex: Proceedings of the National Scientific Conference with international participation of students, graduate students, scientists and specialists*. Tyumen': Izd-vo TIU. 2020;2:166–169. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 13.03.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 17.04.2022

Принята к публикации / Accepted 05.05.2022