

## СИСТЕМА АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САЭ-110

УДК 621.3

А.Г. Чернов, ООО «Газпром георесурс» (Москва, РФ)

В.Л. Плотников, ООО «Газпром георесурс»

Е.М. Игнатьев, ООО «Газпром георесурс», e.ignatiev@gazpromgeofizika.ru

О.А. Ионцева, ООО «Газпром георесурс», o.iontseva@gazpromgeofizika.ru

В настоящее время большое количество потребителей электроэнергии расположено вдали от источников централизованного электроснабжения. Необходимость обеспечения электроэнергией таких потребителей требует построения протяженных линий электропередач, что приводит к росту капитальных затрат при сооружении объектов энергетики. Кроме того, в связи с удаленностью потребителя от источника электроснабжения в процессе эксплуатации возрастают потери при передаче электроэнергии до объекта. Благодаря развитию альтернативной энергетики появилась возможность дополнить существующую инфраструктуру децентрализованными системами генерации электричества. Это существенно снизит потери электрической энергии при транспортировке, частично решив проблему энергоэффективности и обеспечив надежное электроснабжение территориально удаленных технологических объектов с низкими эксплуатационными издержками.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** САЭ-110, ИСТОЧНИК АВТОНОМНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ, МЕТАНОЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР, БИОТОПЛИВО.

Одним из действенных способов уменьшить влияние человека на природу является технология получения «чистой» энергии без вредных выбросов. Современная энергетика, основанная в первую очередь на сжигании полезных ископаемых видов топлива, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. С учетом необходимости минимизации этого воздействия, а также тенденции к сокращению извлекаемых запасов углеводородных ресурсов задача децентрализации систем электроснабжения становится весьма актуальной.

Современная жизнь немыслима без надежного постоянного электроснабжения, однако до сих пор технологическое подключение к электрическим сетям сопряжено с целым рядом проблем. Например, транспортировка электрической энергии на дальние расстояния влечет значительное увеличение стоимости строительства и обслуживания объекта. К тому же существуют территории, на которых строительство попросту не-

возможно, например болотистые участки, территории с преобладанием многолетнемерзлых пород, скалистый грунт, горы и т. д. Поэтому автономное электроснабжение становится все более актуальным вопросом в свете территориальной удаленности технологических объектов от существующей инфраструктуры электрических сетей, для осуществления электроснабжения которых предполагается строительство линий электропередач различной протяженности. Таким образом, чтобы не зависеть от городской электросети и форс-мажорных ситуаций, а также получить стабильный доступ к независимому источнику электроснабжения, необходимо предусмотреть автономный источник. Наибольший интерес с точки зрения экологичности системы представляют возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ) [1].

Электричество на основе ВИЭ по природе своей «почти бесплатно» (в его производстве нет

топливной составляющей), если, конечно, не учитывать расходы на амортизацию. В то же время никто не сомневается, что удельные капитальные затраты в ветряной и солнечной энергетике будут снижаться и дальше. На основных рынках они уверенно приближаются к отметке 1 долл. США/Вт у крупнейших объектов, все более сокращая стоимость электроэнергии. По данным Министерства энергетики США, средняя цена долгосрочных договоров на приобретение электроэнергии, производимой ветряными электростанциями, уже в 2014 г. упала до 23,5 долл. США за 1 МВт·ч, ниже американских оптовых цен. Еще в 2009 г. она составляла примерно 70 долл. США/МВт·ч. Продолжается снижение цен и на солнечное электричество. По итогам тендера в Дубае (ОАЭ) в начале 2015 г. была зафиксирована цена 58,4 долл. США за 1 МВт·ч. В текущем году в Перу был достигнут уровень 48 долл., в Мексике – 36 долл. США. Рекордно низкой на сегодняшний день является цена

**Chernov A.G.**, Gazprom georesource LLC (Moscow, RF)  
**Plotnikov V.L.**, Gazprom georesource LLC  
**Ignat'ev E.M.**, Gazprom Georesource LLC, e.ignatiev@gazpromgeofizika.ru  
**Iontseva O.A.**, Gazprom georesource, LLC, o.iontseva@gazpromgeofizika.ru

### Stand-alone power supply system CAЭ-110

Nowadays a large number of power consumers are located far away from centralized power supply sources. The necessity to provide such consumers with power requires the construction of long-haul power lines, which increases the capital expenditures on the construction of power engineering facilities. Furthermore, given the fact that the consumer is distanced from the power supply source, there are in-service losses in the course of transmitting power to the facility. Owing to the development of alternative energy, it is now possible to supplement the existing infrastructure with decentralized power generation systems. It will substantially reduce the losses of power during its transmission, which will partially solve the problem of energy efficiency and ensure the reliable power supply of territorially remote production facilities with low operating costs.

**KEY WORDS:** CAЭ-110, STAND-ALONE POWER SUPPLY SOURCE, RENEWABLE POWER SOURCES, METHANOLIC GENERATOR, BIO FUEL.

недавнего тендера на 800 МВт в тех же ОАЭ, упавшая до 29,9 долл. США/МВт·ч [2].

В России экономически обоснованная цена электроэнергии ВИЭ пока существенно превышает действующие тарифы. Но, во-первых, тариф не является единственным источником возврата инвестиций в электроэнергетику, а во-вторых, и это главное, возобновляемое электричество становится доступным не вдруг, а в результате целенаправленной деятельности людей – планомерно «возвращения» новой отрасли, в том числе с помощью комплекса мер государственной поддержки. По мере становления рынка и проявления эффекта масштаба ВИЭ требуют все меньше преференций, и удельные объемы финансовой поддержки постепенно сокращаются. В России процессы внедрения ВИЭ начались, хотя на распространение ВИЭ, безусловно, оказывает определенное влияние не слишком благоприятное географическое положение страны: например, сравнительно небольшое количество солнечных дней в году. Тем не менее предпосылки для развития возобновляемой энергетики есть [3].

С ростом воздействия на окружающую среду ископаемого и ядерного топлива растет и спрос на более экологичные и безопасные ВИЭ. Солнце, ветер, вода,

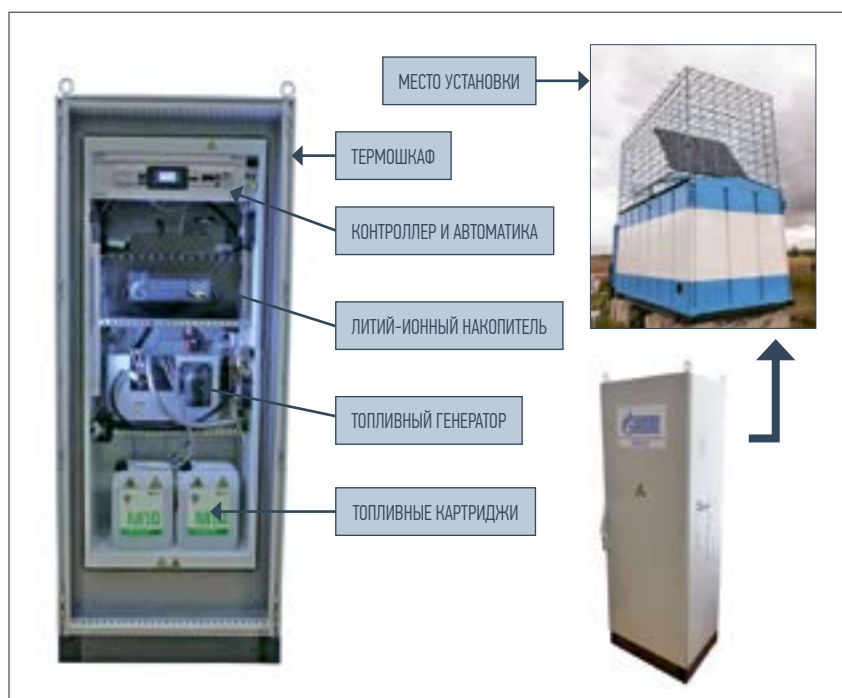


Рис. 1. Система автономного электроснабжения CAЭ-110

биомасса, волны и приливы, температура планеты – все это представляется альтернативой невозобновляемым источникам энергии [4]. Грамотное использование ВИЭ позволяет развитым странам существенно экономить на потреблении нефти, во многих государствах переход к возобновляемой энергетике стал государственным приоритетом [5].

Для решения проблем с автономностью электрификации удаленных маломощных энергетических объектов ООО «Газпром георесурс» поставило перед собой цель создания экологически чистой установки, работающей на основе преобразования солнечной энергии и химической реакции метанола в электрическую энергию напряжением 12/24 В для бесперебойного круглосуточного электроснабжения оборудования с низким потреблением электроэнергии в условиях отсутствия внешних электрических сетей (рис. 1).

**В ХОДЕ ДОСТИЖЕНИЯ  
ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ РЕШАЛИСЬ  
СЛЕДУЮЩИЕ ЗАДАЧИ:**

- разработка принципа действия совместной и раздельной работы метанольного генератора и солнечной батареи для генерирования электрической энергии;
- получение выходных параметров согласно техническому заданию;
- технико-экономический анализ целесообразности использования гибридной системы электроснабжения на базе метанольного генератора и солнечных батарей;
- проведение испытаний опытного образца;
- получение сертификации для массового производства.

Система автономного электроснабжения (САЭ-110) предназначена для использования в качестве источника энергии напряжением 24 В/12 В/~220 В с возможностью выдачи пиковых нагрузок. Состоит из термощкафа и солнечной батареи. Внутри термощкафа расположены основные узлы системы (рис. 2): топливный генератор, топливные картриджи с метанолом, литий-ионный накопитель энергии (АКБ), системный контроллер и инвертор на ~220 В (опционально). Системный контроллер обеспечивает управление зарядом/разрядом АКБ, системой вентиляции и охлаждения, осуществляет приоритетность выбора источников заряда, информационное взаимодействие. Топливный генератор с прямой подачей метанола из двух картриджей с метанолом (28 л) используется для заряда АКБ в период низкой солнечной активности. Панель солнечных батарей, имеющая уличное исполнение, обеспечивает заряд АКБ в периоды высокой солнечной активности. Топливные элементы генератора представляют собой электрохимические устройства, вырабатывающие электроэнергию без процесса горения. В таблице представлены технические характеристики САЭ-110.

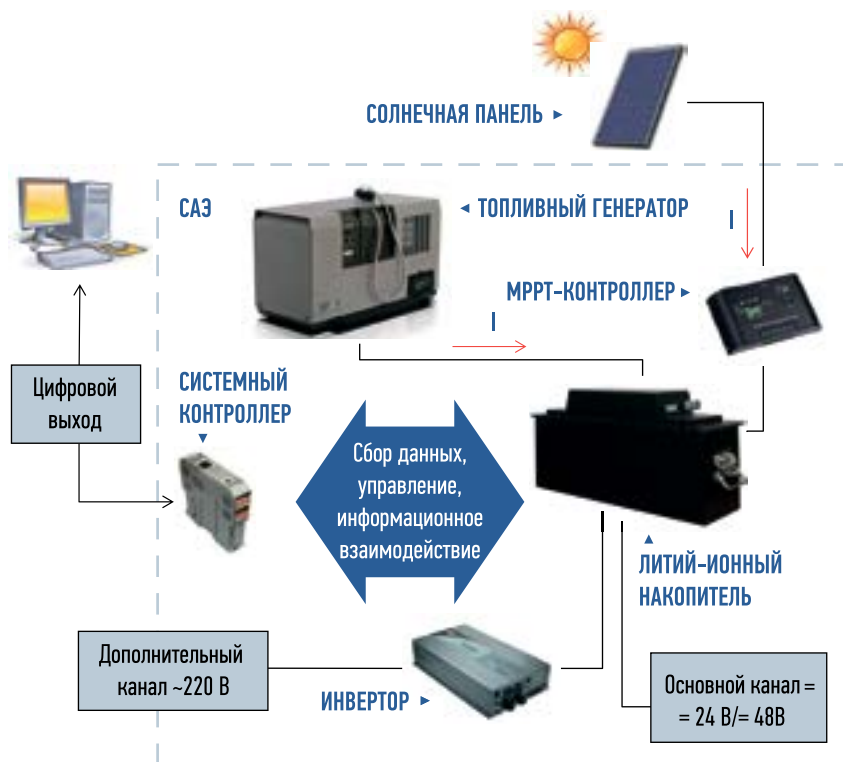


Рис. 2. Устройство и принцип работы САЭ-110

В основе топливного генератора – метанольный элемент, обладающий высоким КПД, экологичностью (полное отсутствие вредных выбросов, так как в химической реакции выделяются только чистый водяной пар и тепловая энергия, в отличие от дизельных генераторов), низкими эксплуатационными издержками. Работа топливных элементов основана на реакции

окисления метанола. Протоны (H+) проходят через протонообменную мембрану к катоду, где они взаимодействуют с кислородом и образуют воду. Электроны проходят через внешнюю цепь от анода к катоду, осуществляя электроснабжение внешней нагрузки. В топливной ячейке отсутствуют движущиеся части, за счет этого преобразование энергии происходит практиче-

Технические характеристики САЭ-110

Технические характеристики	Значение
Выходная (номинальная) мощность, Вт	100
Напряжение питания, В	24
Пиковая мощность, кВт	3
Первичный источник электроснабжения	Солнечная батарея 245 Вт
Вторичный источник электроснабжения	Химический источник тока 110 Вт
Используемый вид топлива	Метанол (CH <sub>3</sub> OH)
Рабочий диапазон температур, °С	-50...50
Габариты, мм	800 x 1800 x 600
Протокол передачи данных	Modbus RTU
Интерфейс	RS 232/485
Срок службы, лет	15



**РЭН**  
2017

Международный форум  
по энергоэффективности  
и развитию энергетики

# РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ

**3-7** ОКТЯБРЯ 2017 ГОДА  
*Москва*  
*Санкт-Петербург*

Информационная служба РЭН-2017:  
Тел.: 8 (800) 333-17-73  
Email: [info@rusenergyweek.com](mailto:info@rusenergyweek.com)  
[www.rusenergyweek.com](http://www.rusenergyweek.com)

 **РОСКОНГРЕСС**



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

ски без потерь, при этом обеспечивая высокий КПД с максимальным значением 42 %, но чаще примерно 35–38 %. Более того, из-за множества звеньев, а также из-за термодинамических ограничений по максимальному КПД тепловых машин существующий КПД вряд ли удастся увеличить. У существующих топливных элементов КПД составляет 60–80 %, и этот показатель почти не зависит от коэффициента загрузки [6].

Таким образом, установка САЭ-110 прошла:

- заводские испытания по утвержденной программе и методике;
- приемочные испытания 1-го этапа по программе и методике САЭ-110;
- опытно-промышленную эксплуатацию в ООО «Газпром трансгаз Самара» в объеме 8520 ч;
- приемочные испытания 2-го этапа на контрольном пункте тепломеханики № 110 МГ «Мокроус – Самара – Тольятти».

По результатам испытаний САЭ-110 рекомендована к применению на объектах ПАО «Газпром». Объектами внедрения САЭ-110 могут быть:

- установки по измерению потока и уровня воды в устьях и руслах рек;

- детекторы лавин и оползней;
- детекторы сейсмоактивности;
- мобильные системы раннего обнаружения пожаров;
- метеорологические станции;
- камеры наблюдения на транспорте;
- охранные системы;
- мобильные предупреждающие табло отображения информации;
- телекоммуникации (спутниковая связь, базовые радиостанции и др.);
- системы автоматики и телемеханики, датчики и контроллеры;
- системы обнаружения утечек в кожухах переходов под автомобильными и железными дорогами.

Следует заметить, что главным фактором, препятствующим масштабной реализации данного проекта, на первый взгляд, может стать высокая себестоимость получаемой энергии. Однако строительство системы электроснабжения к маломощным объектам может значительно превышать стоимость САЭ-110. Внедрение экологически чистого источника электроснабжения позволит на протяжении 15 лет (срока эксплуатации установки) сократить затраты на эксплуатацию объекта, обеспечив его надежное электроснабжение и отсутствие вредных выбросов в атмосферу.

## ВЫВОДЫ

В России есть необходимые природные и человеческие ресурсы для развития альтернативных источников энергии. В то же время нельзя отрицать, что на сегодняшний день ВИЭ стоят дороже, чем традиционные источники, и очевидно, именно это отталкивает инвесторов и генерирующие компании от активного инвестирования в проекты ВИЭ. Решить эту проблему можно, ставя большие цели, создавая адекватные условия для развития национальной технологической индустрии ВИЭ, протекции для отечественных производителей, планомерно вкладываясь в НИОКР и развитие промышленности, компенсируя высокую стоимость капитала. Возобновляемая энергия способствует решению глобальных энергетических проблем, таких как изменение климата, возрастающий спрос на энергию и безопасность энергоресурсов. К числу эффективных технологических решений можно отнести разработанную гибридную установку САЭ-110. Развитие альтернативной энергетики решает проблему электроснабжения территориально удаленных технологических объектов, обеспечив при этом их надежное электроснабжение с низкими эксплуатационными издержками. ■

## ЛИТЕРАТУРА

1. US Energy Information Administration, Electric Power Monthly, January 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.eia.gov/electricity/monthly/archive/january2013.pdf](http://www.eia.gov/electricity/monthly/archive/january2013.pdf) (дата обращения: 21.09.2017).
2. Попель О.С., Туманов В.Л. Возобновляемые источники энергии: состояние и перспективы развития // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2007. № 2 (46). 135 с.
3. Как альтернативная энергетика становится выгодной // РБК. 2016. № 114 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.rbc.ru/newspaper/2016/06/30/5773ab2d9a794727f46ccaff](http://www.rbc.ru/newspaper/2016/06/30/5773ab2d9a794727f46ccaff) (дата обращения: 21.09.2017).
4. Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандрова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: Монография. М.: Энергоатомиздат, 2008. 231 с.
5. Виды альтернативной энергетики. Справка [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/eco/20091113/193404769.html> (дата обращения: 21.09.2017).
6. Караваев М.М., Леонов В.Е., Попов И.Г., Шепелев Е.Т. Технология синтетического метанола. М.: Химия, 1984. 239 с.

## REFERENCES

1. US Energy Information Administration, Electric Power Monthly, January 2013 [Electronic source]. Access mode: [www.eia.gov/electricity/monthly/archive/january2013.pdf](http://www.eia.gov/electricity/monthly/archive/january2013.pdf) (Access date: September 21, 2017). (In Russian)
2. Popel O.S., Tumanov V.L. Renewable Power Sources: Condition and Prospects of Development. Al'ternativnaya energetika i ekologiya = Alternative Energy and Ecology (ISJAE), 2007, No. 2 (46), 135 pp. (In Russian)
3. How Alternative Energy is Becoming Profitable. RBC, 2016, No. 114 [Electronic source]. Access mode: [www.rbc.ru/newspaper/2016/06/30/5773ab2d9a794727f46ccaff](http://www.rbc.ru/newspaper/2016/06/30/5773ab2d9a794727f46ccaff) (Access date: September 21, 2017). (In Russian)
4. Lukutin B.V., Surzhikova O.A., Shandrova E.B. Renewable Energy in Decentralized Power Supply – Monograph. Moscow, Energoatomizdat, 2008, 231 pp. (In Russian)
5. Alternative Energy Types. Reference [Electronic source]. Access mode: <https://ria.ru/eco/20091113/193404769.html> (Access date: September 21, 2017). (In Russian)
6. Karavaev M.M., Leonov V.E., Popov I.G., Shepelev E.T. Synthetic Methanol Technology. Moscow, Khimiya, 1984, 239 pp. (In Russian)