

УДК 620.97
ББК 65.304.14
JEL Q29, Q42, Q43

Низкотемпературная электрогенерация – парадигма и технология безуглеродной энергетики

Баякин Сергей Геннадьевич, к.т.н., академик Международной академии экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), руководитель проекта, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ «КНЦ СО РАН»)
Адрес: Академгородок, 50, 660036, Красноярск, Россия
E-mail: mitra53@mail.ru

Аннотация: В статье изложены основные принципы, технические и экономические основы применения низкотемпературной электрогенерации для обеспечения электрической энергией транспорта и различных стационарных объектов от частного жилого дома до целых городов за счет энергии безграничных низкотемпературных источников – грунт, вода, воздух, солнечная радиация в формате безуглеродной энергетики.

Ключевые слова: низкотемпературная электрогенерация; безуглеродная энергетика; экономика; транспорт; экономические основы применения.

Low-temperature electric generation – carbon-free energy paradigm and technology

Sergei G. Bayakin, PhD, an academician of the International Academy of Ecology and Life Safety (MANEB), project manager, Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences»
Address: 50, Akademgorodok, Krasnoyarsk city, 660036, Russia
E-mail: mitra53@mail.ru

Abstract: This work outlines the basic principles, technical and economic foundations of the use of low-temperature electric generation to provide electric energy for transport and various stationary facilities from a private residential building to entire cities due to the energy of unlimited low-temperature sources - soil, water, air, solar radiation in the format of carbon-free energy.

Key words: low-temperature electric generation; carbon-free energy; economy; transport; economic foundations of the use.

Введение

Современный энергетический уклад нацелен на применение безуглеродных источников энергии во всех направлениях – промышленность, транспорт, авиация, бытовая сфера. Многолетняя практика развития безуглеродных генерирующих решений в направлении гидроэнергетики, ветроэнергетики, солнечной световой и солнечной тепловой энергетики, высокотемпературной геотермальной энергетики показывает жизнеспособность безуглеродного технологического уклада, выявляет недостатки и в то же время создает однозначное понимание правильности безуглеродного технологического уклада в развитии чистой энергетики планеты.

К существенным недостаткам, выявленным в процессе бурно развивающихся ветроэнергетики и солнечной энергетики, следует отнести зависимость от погоды, времени суток, климата и локации. Указанные факторы обуславливают нестабильный режим генерации, что требует создание накопителей энергии. Кроме того, резкие длительные изменения погодных факторов в отдельных регионах вызывают энергетические коллапсы и гуманитарные проблемы. Следует отметить так же весьма низкий КПД, потолок которого на

сегодня для ветрогенерации 0.4, для солнечной генерации 0.25 при условии стабильности источника, на практике среднегодовой КПД снижается до 0.15.

Цель развития возобновляемой безуглеродной энергетики призывает разрешить перечисленные проблемы, нивелировать недостатки и добиться получение автономной стабильной и низкзатратной генерации электрической энергии.

Цель выражается предлагаемой парадигмой современной безуглеродной энергетики, а именно:

Основным и почти единственным источником энергии для земли является солнце, которое передает на земную поверхность удельную усредненную мощность равную 1367 ватт на один квадратный метр.

Прямое применение низкотемпературной солнечной мощности в электрогенерации использует принцип природоподобной технологии со следующими преимуществами:

1. Низкотемпературный энергоноситель обладает неограниченным пополняемым солнечным, гидротермальным и геотермальным ресурсом;
2. Не зависит от погодных и климатических условий;
3. Не изменяет энергетический баланс и экологию планеты;
4. Не расходует углеводородные ресурсы;
5. Не снижает уровень кислорода;
6. Не выделяет вредных выбросов;
7. Не ограничено географией за исключением центральной Антарктиды.

При этом гигантским накопителем энергии, исключая энергетические катаклизмы, является океан и грунт планеты.

Теоретические основы низкотемпературной электрогенерации изложены автором на международных форумах и в научных изданиях [1,2,3].

Технические решения обладают международной патентной защитой – патенты РФ 2692615, 2738494, патент ЕАПО № 037428 международные заявки PCT/RU 2021/000040, ЕПВ 9003092 КНР 343981619.

Действующий образец низкотемпературного электрогенератора работает с мая 2020 г. в медицинском центре г. Красноярск и обеспечивает электрической мощностью 9 кВт климатическую сплит-систему ND-ОН-080В-1за счет низкотемпературной энергии воздуха. Таким образом штатная сплит-система работает полностью автономно без внешнего источника электрической мощности обеспечивая требуемый климат медицинского учреждения.

Ускоренное развитие электротранспорта выдвигает задачу создания компактных автономных электрогенерирующих систем как стационарных, так и мобильных, располагаемых на самом транспорте, обеспечивающих движение транспорта, подзарядку накопителей, и внутренний комфорт.

Формулировка задачи – генерация электрической мощности для зарядки и рабочего питания электрического транспорта, как на стоянке, так и в движении за счет тепловой мощности окружающей среды – воздуха, воды, грунта, солнечного излучения, мощности потерь привода которую так же преобразуют в электрическую мощность с помощью «Низкотемпературного электрогенератора».

Решение задачи достигается тем, что в способе генерации мощности для работы транспорта с электрическим приводом, используют тепловую мощность окружающей среды различных видов – воздуха, воды, грунта, солнечного излучения и комбинации видов, которую получают посредством рабочего тела находящегося в полостях конструктивных элементов транспорта – корпуса, фюзеляжа, крыльев, палубы, крыши, радиатора и др., контактирующих с окружающей средой и трансформируют в электрическую мощность, а мощность тепловых потерь электрического привода так же рекуперировать в электрическую мощность.

Разработанное устройство «Низкотемпературный электрогенератор» для транспорта с электрическим приводом, и других подвижных и стационарных объектов представляет собой

собственно электротранспорт (наземный, рельсовый, водный, воздушный либо другие объекты) с автономной электрогенерирующей системой, состоящей из испарителя, конденсатора, и соединенных между собой турбины, компрессора, мотор-генератора, аккумулятора и привода при этом, испаритель выполнен в виде элементов, контактирующих с окружающей средой (рис. 1).

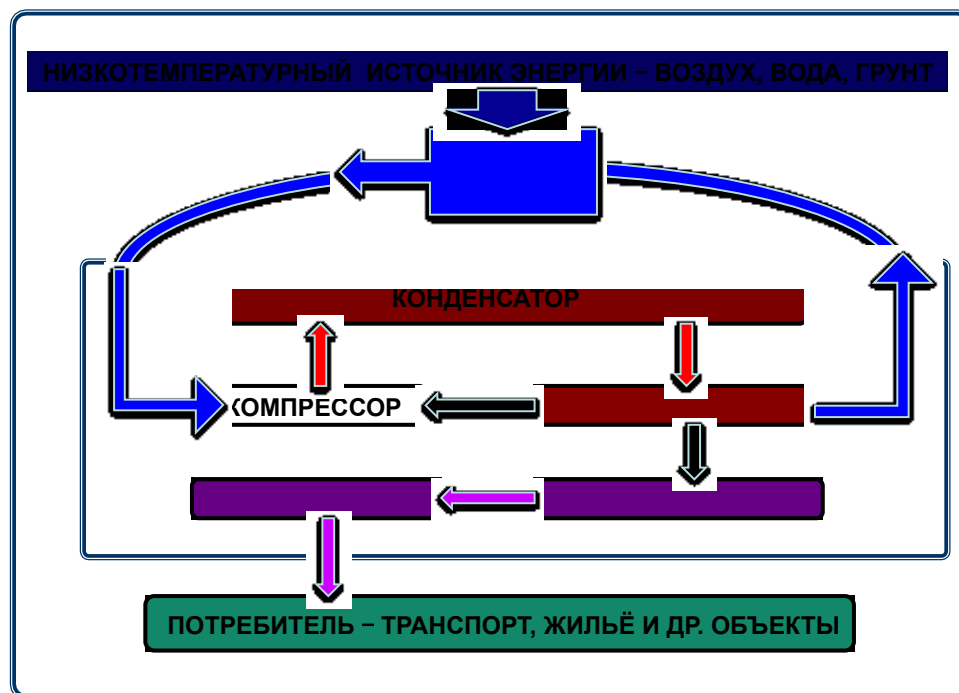


Рис 1. / Fig. 1. **Схема устройства «Низкотемпературный электрогенератор» /**
Scheme of the device «Low-temperature electric generator»

«Низкотемпературный электрогенератор» – это современный высокотехнологичный прибор широкого применения от генерации электрической энергии до отопления, кондиционирования, горячего водоснабжения и автономной работы бытовых приборов.

Принцип работы – испаритель, собирает рабочим телом (фреоном) низкотемпературное тепло, направляет его в компрессор, который повышает давление преобразует его в высокотемпературное тепло. Рабочее тело посредством турбины с мотор-генератором преобразует высокотемпературное тепло в электрическую энергию.

Более подробно – рабочее тело, размещаемое в полостях конструктивных элементов транспорта, выполняющих функцию испарителя при температуре окружающей среды – воздуха, воды, грунта, солнечного излучения, накапливает тепловую мощность, далее компрессор перемещает рабочее тело из испарителя в конденсатор, при этом, увеличивает давление и температуру рабочего тела, тепловая мощность рабочего тела, накопленная в испарителе концентрируется в конденсаторе по принципу теплового насоса с усредненным коэффициентом трансформации $COP = 4$ (обратным КПД = 25%), далее рабочее тело с высоким давлением и высокой температурой поступает в турбину, отдает накопленную тепловую мощность турбине и возвращается в испаритель с низким давлением и с температурой ниже температуры окружающей среды, в испарителе рабочее тело восстанавливает тепловую мощность отданную турбине за счет тепловой мощности окружающей среды. Турбина преобразовывает тепловую мощность рабочего тела в механическую мощность, которая передается компрессору и мотор-генератору. Поскольку полный КПД турбины с мотор-генератором существенно превышает 25% то механической мощности создаваемой турбиной достаточно для работы компрессора, а избыточную механическую мощность мотор-генератор преобразовывает в электрическую мощность,

которая поступает в аккумулятор и далее в привод. Таким образом, способ позволяет заряжать/подзаряжать аккумулятор электрического транспорта как во время стоянки, так и в движении.

Иными словами, например, затратив для работы компрессора 2 киловатта мощности, компрессор для движения рабочего тела в прямом направлении может перекачать из грунта, воздуха, воды в конденсатор до 14 киловатт тепловой мощности (в современных компрессорах Danfoss COP=7-11). При обратном движении рабочего тела через сопло турбогенератора устройство позволяет выработать до 10 киловатт электрической мощности (при полном КПД современных турбин с мотор-генератором более 70%). При этом 2 киловатта механической мощности используются для работы компрессора (вал которого соединен с валом турбины), 2 киловатта тепловых потерь и 10 киловатт электрической мощности направляемой потребителю.

Следует отметить, что закон сохранения энергии соблюдается неукоснительно.

На основании Данных полученных при работе экспериментального образца «Низкотемпературного электрогенератора» в медицинском центре г. Красноярска с климатической сплит-системой ND-ОН-080В-1, а также термодинамических расчетов составлена электронная интерактивная физико-математическая модель, которая представлена на рис. 2.

Модель позволяет ввести необходимые входные технические параметры конструкции низкотемпературного электрогенератора (синий шрифт) и получить соответствующие параметры генерируемой мощности как для работы системы, так и для внешнего потребителя.

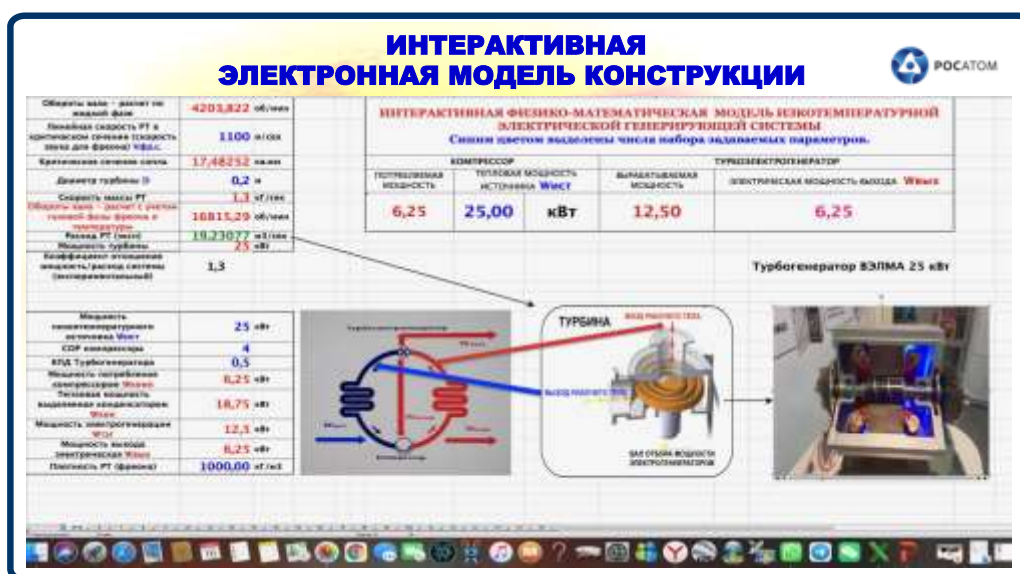


Рис. 2. / Fig. 2. Интерактивная физико-математическая модель конструкции / Interactive physical and mathematical model of the structure

Несложные расчеты показывают что «Низкотемпературный электрогенератор» при применении на современных легковых электрических автомобилях, у которых средняя емкость штатных аккумуляторов составляет 90 кВт*час, позволяет с помощью такой системы генерировать электрическую мощность до 10 кВт, достаточную для зарядки штатного аккумулятора за 9 часов в режиме стоянки. В режиме движения транспорта разных видов и модификаций – морского, воздушного, наземно-подземного «Низкотемпературный электрогенератор» обеспечивает неограниченный пробег. При этом масса «Низкотемпературного электрогенератора» (не более 50 кг) позволяет размещать конструкцию на электрическом автомобиле при незначительном снижении полезной массы автомобиля.

Пример, практических технических и экономических параметров показывает опыт работы инновационной группы компаний «ЭРГА», которая благодаря своим оригинальным техническим решениям, слаженной исследовательской и технической команде, мотивированному, грамотному руководству, на основании уникальных решений создает высокоскоростные мотор-генераторные энергоблоки, превосходящие все мировые аналоги. Опыт «ЭРГА» дает понимание разработчикам и производителям электрокаров о принципиально новых возможностях будущего электротранспорта (рис. 3).

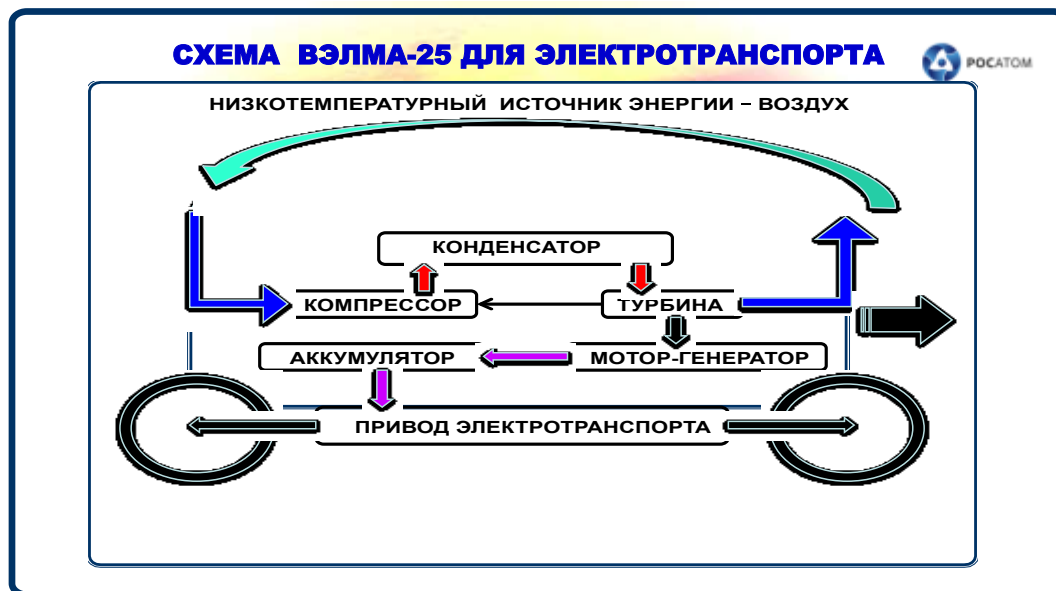


Рис 3. / Fig. 3. Схема применения турбоэлектродгенератора ВЭЛМА-25 для транспорта / Scheme of application of turboelectric generator VELMA-25 for transport

Дополнительные возможности «Низкотемпературного электрогенератора» – это обеспечение тепловой и электрической энергией различных стационарных объектов от частного жилого дома до целых городов за счет энергии безграничных низкотемпературных источников – грунт, вода, воздух, солнечная радиация.

«Низкотемпературный электрогенератор» с геотермальным теплообменником представляет собой систему полиэтиленовых труб, установленных под землей, и энергоблок. По трубам циркулирует теплоноситель, собирая тепло земли. В условиях сибирского климата хорошо себя зарекомендовали геотермальные теплообменники двух типов: вертикального и горизонтального. Используя возобновляемую энергию грунта, «Низкотемпературный электрогенератор» позволяет не только отапливать, но и охлаждать объект, нагревать горячую воду и генерировать электрическую энергию. Это дополнительно позволяет сэкономить на отсутствии отдельной системы кондиционирования, а также эффективно использовать конструкцию в жарких климатических условиях.

Существенными преимуществами «Низкотемпературного электрогенератора» являются возможности комбинирования его с другими источниками тепла, в зависимости от климатических особенностей местности, а именно:

1. Собственная генерация электрической энергии промышленными предприятиями из низкотемпературных выбросов – избыточное тепло АЭС, ТЭЦ, металлургических гигантов, при существенном снижении углеродного следа.
2. Автономная работа кондиционеров, холодильников, тепловых насосов без подключения к внешнему источнику электрической энергии.
3. Автономное жизнеобеспечение. Ценовая доступность устройства для строящихся объектов. Ориентировочно, инвестиции порядка 10 000 руб/кв. м объекта полностью обеспечивают объект теплом и электрической энергией. «Низкотемпературный электрогенератор» позволит дать высочайший уровень комфорта каждый день и круглый

год, наполняя объекты требуемым климатом. Дополнительно вырабатываемой в ночное время электрической энергии вполне достаточно для зарядки электротранспорта.

Ключевым фактором создания систем низкотемпературной электрогенерации является экономический фактор в виде удельной стоимости установленной мощности и себестоимости производства мощности. Сравнительная таблица стоимостных показателей приведена на основании данных Международного энергетического агентства IEA показана на рис. 4.

	Капитальные вложения, \$/кВт		Себестоимость производства, цент \$/кВт*ч	
	2005	2030	2005	2030
Биомасса	1000-2500	950-1900	3,1-10,3	3,0-9,6
Геотермальная энергетика	1700-5700	1500-5000	3,3-9,7	3,0-8,7
Традиционная гидроэнергетика	1500-5500	1500-5500	3,4-11,7	3,4-11,5
Малая гидроэнергетика	2500	2200	5,6	5,2
Солнечная фотоэнергетика	3750-3850	1400-1500	17,8-54,2	7,0-32,5
Солнечная теплоэнергетика	2000-2300	1700-1900	10,5-23,0	8,7-19,0
Приливная энергетика	2900	2200	12,2	9,4
Наземная ветроэнергетика	900-1100	800-900	4,2-22,1	3,6-20,8
Морская ветроэнергетика	1500-2500	1500-1900	6,6-21,7	6,2-18,4
АЭС	1500-1800	-	3,0-5,0	-
ТЭС на угле	1000-1200	1000-1250	2,2-5,9	3,5-4,0
ТЭС на газе	450-600	400-500	3,0-3,5	3,5-4,5

Рис. 4. / Fig. 4. Удельные капитальные вложения по видам энергетики /
Specific capital investments by types of energy

Актуальные экономические расчеты специалистов МЭИ, производственная практика группы компаний «ЭРГА» и экспериментальная проверка технологии создания образцов низкотемпературных генерирующих мощностей позволяют уверенно заявить, что современная технологическая среда способна на основе запатентованных решений создавать автономные генерирующие системы из низкотемпературной тепловой энергии окружающей среды – воздух, грунт, вода, солнечное излучение себестоимостью ниже 500 \$ / кВтустановленной мощности практически неограниченного масштаба, практически в любых климатических зонах как для стационарных объектов, так и для электрического транспорта.

При этом себестоимость производства самой мощности стремится к нулю в связи с использованием исключительно мощности солнца, без расходных материалов с минимальными эксплуатационными расходами и амортизацией оборудования срок службы которого составляет более 30-50 лет.

Выводы

Технология низкотемпературной электрогенерации имеет все компоненты для успешного развития современного технологического уклада в области безуглеродной энергетики. Область дальнейшего развития и применения технологии низкотемпературной электрогенерации крайне широка от электротранспорта, бытовых автономных холодильников, кондиционеров и теплонасосов до энергообеспечения крупных объектов, комплексов, поселений и городов без зависимости от угля, нефти и газа.

Себестоимость капитальных затрат менее 1000\$/кВт позволяет совершить плавный энергопереход. В итоге появляется реальная перспектива развития электрического транспорта и жизненного пространства этого мира в формате безуглеродной энергетики.

Список литературы

1. Баякин С.Г. Низкотемпературная электрогенерация. *Журнал С.О.К.* 2020;7:55-59.
2. Баякин С.Г. Финансово-энергетический баланс. *Журнал Сибирского федерального*

университета. Гуманитарные науки. 2010;3(6):823-834.

3. Bayakin Sergey Gennadevich 低温发电 Low-temperature electric power generation. *Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration»*. Beijing, China, PRC. 2020;14(May):166-171. ISBN 978-5-905695-56-8.

References

1. Sergey G. Bayakin Low-temperature electric power generation. *Journal C.O.K.* 2020;7:55-59.

2. Bayakin S.G. Finance-Energy Balance Journal of Siberian Federal University Humanities & social sciences. 2010;3(6):823-834.

3. Bayakin Sergey Gennadevich 低温发电 Low-temperature electric power generation. *Materials of the International Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration»*. Beijing, China, PRC. 2020;14(May):166-171. ISBN 978-5-905695-56-8.