

**Международный Конгресс.
Возобновляемая энергетика XXI век:
энергетическая и экономическая эффективность**

**Москва, Центр международной торговли,
27 – 28 октября 2015 года**

Д о к л а д

научно-информационного Центра «АТМОГРАФ», Москва, Россия



**«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
РАЗРАБОТКИ
АЭРОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ»**

Докладчик: Николаев Владимир Геннадьевич, д. т. н.

Тел./факс: 8-499-744-41-63, E-mail: atmograph@gmail.com



Основные направления деятельности НИЦ “АТМОГРАФ”:

• авиация и космос:

моделирование параметров атмосферы – внешних условий полета; планирование авиационных маршрутов и эшелонов; безопасность взлета-посадки, регулярность и экономическая эффективность авиационных перевозок; международная (ИСО/ТК 20/ПК 6) и государственная стандартизация;

• малая и возобновляемая энергетика:

- определение ветровых и солнечных энергоресурсов на территории РФ и стран СНГ;
- расчет энергетической и экономической эффективности использования ветровых, солнечных и гибридных и традиционных энергоустановок и оборудования;
- выбор и реализация оптимальных вариантов энергоснабжения;

• строительство:

ветровые нагрузки на здания и сооружения, аэрация городов; пассивное энергоснабжение и энергосбережение;

• экология:

распространение загрязнений в атмосфере, трансграничные переносы;

• образование, информационно-справочное обеспечение, пропаганда и распространение передовых технологий в указанных областях

Задача эффективного автономного энергоснабжения малой мощности (до 5 – 10 МВт) сверх актуальна для России в плане повышения автономности, надежности, экономичности, энергетической и экологической безопасности энергоснабжения промышленных, технологических и военных объектов и населения в удаленных изолированных пунктах российского Заполярья и Дальнего Востока и снижения объемов Северного Завоза.

ВОЗМОЖНО ли создание автономного безтопливного источника энергоснабжения (БИЭС)?

Ответу на этот вопрос посвящена совместная поисковая работа НИЦ “АТМОГРАФ” и ИВТАНа РАН.

Предлагается решать этот вопрос на базе ВЭУ и систем пневматической аккумуляции и преобразования энергии.

Идея не нова, восходит к первой половине 20-го века, но в мире не развита и не считается актуальной.

Предлагаемая принципиальная схема безтопливного источника энергии малой мощности

Элемент энергокомплекса	Функциональное назначение
1 Ветроэнергетическая силовая установка достаточной мощности	<i>обеспечивает работу компрессорной системы высокого давления большой производительности</i>
↓ ↓ ↓	
2 Компрессорная система высокого давления (до 5 – 10 Па) большой (до сотен м³/мин) производительности сжатого воздуха	<i>обеспечивает наполнение большого (достаточного для энергообеспечения на случай 2–3-суточных ветровых штилей) ресивера сжатым воздухом под высоким давлением (до 10 Па)</i>
↓ ↓ ↓	
3 Система пневматического отвода и распределения тепла	<i>обеспечивает пневмопередачу тепла системе обогрева энергокомплекса, на осушитель воздуха, пневмотурбину и потребителю</i>
↓ ↓ ↓	
4 Осушитель воздуха	<i>обеспечивает осушение воздуха</i>
↓ ↓ ↓	
5 Ресивер-аккумулятор сжатого воздуха большого объема (до сотен м³)	<i>содержит сжатый воздух под большим и переменным давлением</i>
↓ ↓ ↓	
6 Дроссельный регулятор	<i>Обеспечивает подачу воздуха на пневмодвигатель с заданным давлением порядка 0.6 – 1.0 Па</i>
↓ ↓ ↓	
7 Пневмодвигатель: вихревая турбина высокой эффективности с системой отвода холода потребителю	<i>Обеспечивает вращение вала электрогенератора с постоянной скоростью и отвод холодного воздуха потребителю</i>
↓ ↓ ↓	
8 Высокоэффективный электрический генератор	<i>Работает с постоянными или переменными оборотами и обеспечивает гарантированную выработку и подачу электроэнергии потребителю</i>

Что сделано

- ▶ Разработаны физические принципы и принципиальная схема функционирования БИЭС на базе ВЭУ и пневматического преобразования энергии ветра в электроэнергии и тепло и поэлементный ее состав.
- ▶ Определены основные физико-технические и энергетические параметры основных компонент (технические характеристики и мощности ветроэнергетической установки, необходимые объемы системы аккумулирования, технических параметров пневмодвигателя и электрогенератора) прототипа БИЭС.
- ▶ Проведен информационный поиск аналогов отдельных элементов БИЭС, (ВЭУ, воздушных компрессоров различного типа, газгольдеров высокого давления, регулирующей давление аппаратуры, пневмодвигателей поршневого и турбинного типа, электрических генераторов, систем преобразования и контроля качества ЭлЭн и пр.) и проведен анализ их энергетических характеристик и оценки возможных потерь в каждом из них и их совокупности в целом.

На основе проведенного анализа установлено:

- ▶ Разработанные аналоги предлагаемой схемы БИЭС отсутствуют. Аналоги составляющих основу БИЭС отдельных элементов (ВЭУ, компрессоров, газгольдеров и редукторов высокого давления, пневмодвигателей, электрогенераторов и пр.) разработаны, производятся, разнообразно и широко (по типоразмерам, конструкции, энергетической эффективности и ценам) представлены на рынке и могут быть использованы для прообраза БИЭС. Возможные варианты их типоразмеров, состава и компоновки в прообразе БИЭС многочисленны и допускают большие возможности для энергетической и экономической оптимизации.
- ▶ Для разработки заполярных ИБЭС требуется создание отсутствующих в настоящее время ВЭУ, специализированных под схему БИЭС (высокий развиваемый момент и избыточная по сравнению с потребляемой мощностью), допускающих возможность строительства и обладающих высокой технической готовностью, эксплуатационными и ремонтными характеристиками в условиях российского заполярья (низкие температуры, высокий удельный импульс и порывистость ветра, вечная мерзлота и пр.).
- ▶ Мощность ВЭУ и системы аккумулирования, подачи и преобразования энергоносителя для БИЭС (сжатого воздуха) должны обеспечивать гарантированную выработку электроэнергии и, по возможности, тепла по заданному графику нагрузки в течении всего года, в том числе в периоды безветрия и слабого (менее требуемой потребителю мощности) ВЭП с длительностью, варьирующейся для разных пунктов от 36 до 60 часов.

Проведенные термодинамические оценки показывают:

- ▶ Потенциальная энергия 1 м³ воздуха, сжатого до давления 100 атм (промышленная технология производства и хранения которого освоена), составляет около 107 Дж (2.8 кВт·ч), а освоенные технологии его преобразования в электроэнергию с КПД порядка 0.7 позволяют получить до 2 кВт·ч. Как показывают оценки, для ИБЭС гарантированной мощности 100 кВт объем сжатого до 100 атм воздуха, запасенного на случай 48 часового (2-х суточного) безветрия составит 2400 м³.
- ▶ Современные компрессорные установки высокого давления, наиболее перспективными из которых для БИЭС могут оказаться винтовые, имеют КПД порядка 0.7. Соответственно минимальная средняя мощность, передаваемая от ВЭУ на вал двигателя компрессора БИЭС с гарантированной мощностью 100 кВт, обеспечивающая покрытие графика нагрузки, должна составлять около 200 – 220 кВт, а с учетом установленной вероятности длительных затиший и энергетической эффективности ВЭУ, двигатель компрессора должен быть обеспечен в примерно полуторакратным запасом мощности, или порядка 300 – 330 кВт.
- ▶ С учетом предыдущих оценок, установленная мощность ВЭУ в составе БИЭС, работающая в качестве механического привода компрессорной установки, для гарантированного покрытия графика нагрузки мощностью 100 кВт, должна составлять 900 – 1000 кВт.

На основе проведенного анализа установлено:

Оценки экономических показателей разработанной схемы БИЭС и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения проведены с учетом экономических показателей современных ВЭС на примере п. Тикси – одного из основных портов Северного Морского Пути и перевалочного пункта авиационных сообщения центра РФ с российским сибирским и дальневосточным Заполярьем

1	ДЭС x 2 2x800 \$/кВт	+	Сист. подачи 200 \$ / кВт					=	Источник ЭлЭн 1800 \$ /кВт
2	ГТУ 650 \$/кВт	+	Сист. подачи 650 \$/кВт					=	Источник ЭлЭн 1300 \$ /кВт
3	ПнТУ 600 \$ / кВт	+	ВЭУ 2400 \$ / кВт	+	Ресивер 600 \$ / кВт	+	Сист. подачи 200 \$ / кВт	=	Источник ЭлЭн 3800 \$ /кВт
4	ВЭУ 2000 \$ / кВт	+	ДЭС x 2 2x800 \$/кВт	+	Эл. Аккумуля. 800 \$ / кВт	+	Сист. Управл. 300 \$ / кВт	=	Источник ЭлЭн 4700 \$ /кВт

Проведенные оценки экономических показателей разработанной схемы БИЭС и их сравнения с альтернативными способами энергоснабжения показывают:

- ▶ **Удельные** (на 1 кВт установленной мощности) **капитальные затраты на БИЭС** на базе ВЭУ с механическим приводом и пневматической аккумуляцией и преобразованием энергии **могут оказаться примерно на 20 – 25 % ниже, чем** у наиболее часто рассматриваемых **ветродизельных комплексов с электрическими аккумуляторами.**
- ▶ **Удельные капитальные затраты на БИЭС** предлагаемой авторами схемы **окажутся в два – три раза выше, чем у ВДК и ГТУ без систем аккумуляирования энергии,**
однако,
с учетом топливной составляющей последних (от 8 – 10 руб./кВт·ч и выше) во многих пунктах российского Севера и Дальнего Востока себестоимость электроэнергии БИЭС может оказаться в полтора – два раза ниже таковой у ДЭС.

Предварительные выводы:

- ▶ Полученные результаты подтверждают принципиальную техническую возможность и экономическую целесообразность создания безтопливного энергоисточника на базе ВЭУ и систем пневматического аккумулирования и преобразования энергии.
- ▶ Для технического подтверждения возможности и практической реализуемости теоретически полученных результатов предлагается и планируется разработать экспериментальный образец БИЭС электрической мощности $8 \div 10$ кВт.

**Спасибо за внимание.
Готовы к сотрудничеству.**



Тел./факс: 8-499-744-41-63

E-mail: atmograph@gmail.com

Site: <https://sites.google.com/site/atmograph/>