

Украина, Одесса
Володин Валентин Яковлевич

Энергетика будущего

Основным фактором, определяющим развитие материальной культуры людей, является создание и использование источников энергии.

Сейчас в качестве основных энергетических ресурсов используются торф, уголь, нефть, природный газ. Установлено, что запасенная в них химическая энергия была накоплена в продолжение тысячелетий благодаря биологическим процессам. Статистические данные по использованию этих ресурсов показывают, что в ближайшие столетия они будут исчерпаны. Поэтому, на основе закона сохранения энергии, люди, если они не найдут других источников энергии, будут поставлены перед необходимостью ограничения ее потребления, и это приведет к снижению уровня материального благосостояния человечества [1].

Использование традиционных источников энергии грозит человечеству не только глобальным энергетическим кризисом, но и, что гораздо актуальнее, глобальной экологической катастрофой.

В течении XX века научный мир и человечество связывали свои надежды с ядерной энергетикой. Причём изначально ядерную энергетику декларировали как абсолютно экологически чистой. Ряд катастроф на АЭС, а так же проблема утилизации ядерных отходов показали, что ядерная энергетика, с точки зрения экологической чистоты, не оправдала возлагаемых на неё надежд.

В настоящее время в ряде экономически развитых стран ведутся работы по созданию термоядерных энергоустановок с непрерывным циклом работы. Причём говорится, что уж на этот раз технология точно будет экологически чистой. Хотелось бы верить.

В связи с указанными проблемами становится всё более необходимым использование нетрадиционных источников энергии – в первую очередь солнечной, ветровой и геотермальной энергии. С давних времен человечество использует эти, ныне не традиционные, источники энергии.

Солнце – гигантское светило, имеющий диаметр 1392 тыс. км, естественный термоядерный реактор. Мощность потока солнечного излучения составляет $4 \cdot 10^{23}$ кВт. Верхней границы атмосферы за год достигает поток солнечной энергии в количестве $5,6 \cdot 10^{24}$ Дж. Атмосфера Земли отражает 35% этой энергии обратно в космос, а остальная энергия расходуется на нагрев земной поверхности (около $2,4 \cdot 10^{24}$ Дж), испарительно-осадочный цикл (около $1,3 \cdot 10^{24}$ Дж) и образованию волн в морях и океанах, воздушных и океанских течений и ветра (около $1,2 \cdot 10^{24}$ Дж).

Сосредоточим своё внимание на энергии ветра.

В России к началу XX века вращалось около 2500 ветряков общей мощностью миллион киловатт. Потенциальные ресурсы ветровой энергии на территории бывшего СССР оцениваются в $8 \cdot 10^{12}$ кВт·ч/год, а технически реализуемая мощность - $2 \cdot 10^{10}$ кВт. Ещё в 1931 году вблизи Ялты была построена крупнейшая по тем временам ветроэнергетическая установка (ВЭУ) 100 кВт, а позднее разработан проект агрегата на 5 МВт. За рубежом, например, в США, ФРГ, Швеции, Дании и др., эксплуатируется большое количество больших и малых ВЭУ. В США, ещё в 1986 г., суммарная мощность 30 тыс. ВЭУ составляла 1500 МВт, в том числе 7 ВЭУ имели мощность 25-72 МВт, а себестоимость электроэнергии от ВЭУ составляла 0,03-0,06 долл/(кВт·ч) [2].

Сегодня на Украине суммарная мощность ВЭУ приближается к 40 МВт. Украина является единственной страной из бывшего СССР, в которой активно развивается ветроэнергетика. Налажено серийное производство лицензионных ВЭУ USW56-100 мощностью 107,8 кВт.

К сожалению, ВЭУ USW56-100 разработана в 80-х годах и не позволяет получить коэффициент использования мощности для ветроэлектростанции (ВЭС) выше 0,15 (типичное значение для современных западных ВЭУ от 0,25 до 0,35). Авторы статьи “Ветроэнергетика Украины. Факты и комментарии” [3] видят решение проблемы в следующих подходах к развитию ветроэнергетики в Украине - в приобретении лицензий на производство более мощных ВЭУ, в импорте БУшных западных ВЭУ по остаточной стоимости и, что наиболее интересно, в конструировании ВЭУ украинской конструкции.

От себя могу добавить ещё один подход - в создании нетрадиционных конструкций генераторов, позволяющих преобразовывать энергию перемещения среды в электрическую энергию.

До сих в ветроэнергетике доминируют те же способы использования энергии ветра, что и сотни лет назад в ветряных мельницах - напор ветра, при помощи ветроколеса с лопастями, преобразуется в крутящий момент, который, через систему передач, передаётся валу генератора, вырабатывающего электроэнергию. Чем выше мощность ветроагрегата, тем больше диаметр ветроколеса, но, так как на разной высоте скорость ветра различается по величине и направлению, то в этом случае не только не удастся оптимально ориентировать агрегат по ветру, но и возникает опасность разрушения лопастей. Кроме того, концы лопастей крупной установки, двигаясь с большой скоростью, создают шум. Однако главное препятствие на пути использования энергии ветра все же экономическая - мощность агрегата остается небольшой и доля затрат на его эксплуатацию оказывается значительной. В итоге себестоимость энергии не позволяет ветрякам оказывать реальную конкуренцию традиционным источникам энергии[4].

Существует класс генераторов, которые позволяют непосредственно преобразовать энергию перемещения среды в электрическую энергию - это электростатические генераторы. Одним из первых электростатических генераторов была электрофорная машина, так хорошо знакомая нам ещё со школьных уроков физики. Электростатические генераторы просты по конструкции и могут сразу давать высокое напряжения для линий электропередач. Ещё в 40-х годах академик А.Ф. Иоффе занимался разработкой оригинального электростатического генератора, который питал небольшую рентгеновскую установку. Этот генератор был прост по своей конструкции и неплохо работал. Тогда у Иоффе возникла идея заменить в широком масштабе электромагнитные генераторы на электростатические и перевести на них всю большую ветроэнергетику страны [1]. Но идея так и осталась не воплощённой.

Основными причинами, препятствующими промышленному применению электростатических генераторов, возможно, являются низкая плотность энергии, ограниченная электрической прочностью окружающей среды и высокое внутреннее сопротивление и неполное использование заряда, который частично уносится транспортирующей средой, что приводит к снижению КПД электростатического генератора и ионизации окружающей среды.

В электростатическом генераторе постоянное напряжение создаётся при помощи механического перемещения электрических зарядов определённого знака против сил электрического поля и собирания их в накопительном устройстве. Обычно в качестве накопительного устройства используется конденсатор. При этом работа, затраченная на перенос зарядов, превращается в электрическую энергию.

На рис.1 изображен электрогазо(гидро)динамический преобразователь энергии [5] (далее по тексту просто преобразователь энергии), который, по существу, является электростатическим генератором и способен преобразовывать энергию движения среды в электрическую энергию.

Рассмотрим устройство и работу этого преобразователя энергии:

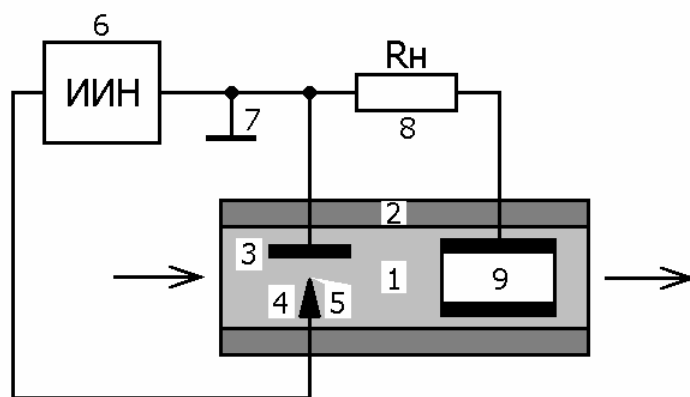


Рис. 1. Электрогазо(гидро)динамический преобразователь

Внутри канала 1, с диэлектрическими стенками 2, размещена ступень преобразования. Самым древним способом разделения зарядов является электризация трением, при контактном взаимодействии движущихся твёрдых, жидких или газообразных тел. Такая электризация, например, происходит в электрофорной машине или при трении капелек дождя о воздух. В рассматриваемом преобразователе энергии среда ионизируется в зазоре между вытягивающим 3 и эмиттерным 4 электродами. Эмиттерный электрод имеет заострённую зарядообразовательную часть 5, вокруг которой электрическое поле имеет величину достаточную для ионизации среды. Разность потенциалов между вытягивающим и эмиттерным электродами создаётся при помощи источника высокого (ионизирующего) напряжения ИИН 6. Вытягивающий электрод, ИИН и сопротивление нагрузки R_n 8 подключены к потенциалу земли, при помощи заземления 7. Движущаяся среда, ионизированная в зазоре между вытягивающим и эмиттерным электродами, создаёт в канале объёмный заряд, потенциал которого снимается коллекторным электродом 9. Между вытягивающим и коллекторным электродами возникает электрическое поле, препятствующее движению ионизированной среды. Но так как ионизированная среда движется против сил поля, то это способствует дальнейшему увеличению электрического потенциала на коллекторном электроде. Через сопротивление R_n , включенное между коллекторным электродом и землёй, протекает выходной электрический ток преобразователя энергии.

Недостатком описанного преобразователя энергии является то, что коллекторный электрод слабо связан с объёмным зарядом в канале преобразователя и поэтому часть заряда не используется, пролетая со средой через коллекторный электрод. Потеря заряда приводит к снижению КПД преобразователя энергии, а так же, если преобразуется энергия ветра, к

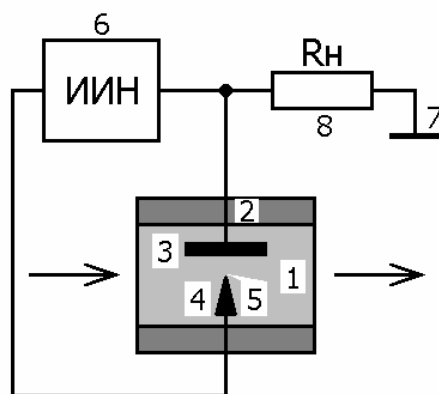


Рис. 2. Электрогазогидродинамический генератор (вариант 1).

недопустимой ионизации окружающей среды.

На рис. 2 изображён первый вариант электрогазодинамического генератора (ЭГГДГ) [6].

Генератор так же имеет канал 1 с диэлектрическими стенками 2, вытягивающий электрод 3, эмиттерный электрод 4 с заострённой зарядообразовательной частью 5, ИИН 6, включенный между вытягивающим и эмиттерным электродами. В отличие от преобразователя энергии [5] нагрузка R_n 8 генератора включена между потенциалом земли 7 и вытягивающим электродом, который от земли изолирован. Благодаря такому включению исключается потеря заряда, т.к. в качестве коллекторного электрода теперь используется земля.

Однако и этот генератор, преобразуя энергию ветра, будет недопустимо ионизировать окружающую среду. Выход может быть в том, чтобы заставить генератор вырабатывать переменное напряжение. В этом случае, в отдельные моменты времени, среда будет ионизироваться в противоположной полярности и разнополярные ионы рекомбинируются. Заставить генератор вырабатывать переменное напряжение можно, управляя величиной и полярностью напряжения формируемого ИИН. Но в этом случае, в различные фазы формирования переменного напряжения, на входе и выходе канала генератора будет изменяться перепад давления, что приведёт к нежелательным акустическим эффектам. Выход может быть в одновременном использовании нескольких генераторов, формирующих многофазное (например трёхфазное) напряжение, каналы которых подключены к общим впускным и выпускным коллекторам.

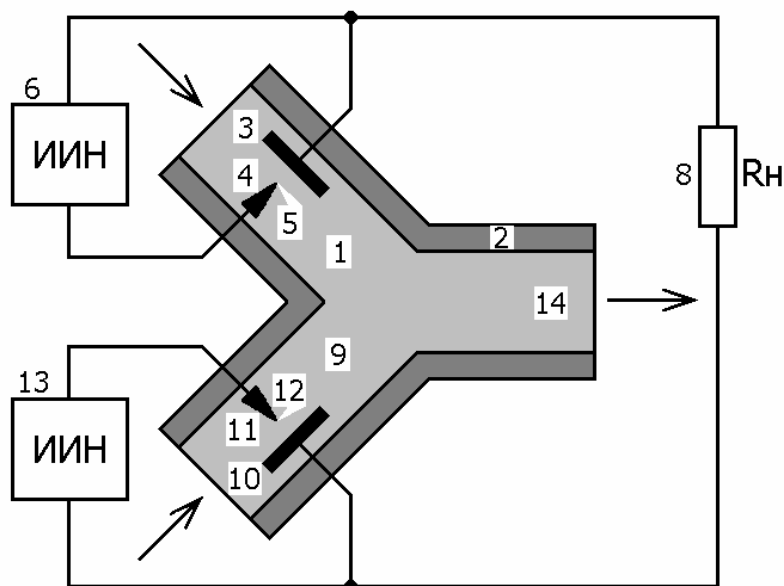


Рис. 3. Электрогазодинамический генератор (вариант 2).

На рис. 3 изображён второй вариант электрогазодинамического генератора (ЭГГДГ) [6].

Во втором варианте генератора используются два генератора первого варианта, каждый из которых имеет канал 1 и 9 с диэлектрическими стенками 2, вытягивающий электрод 3 и 10, эмиттерный электрод 4 и 11 с заострённой зарядообразовательной частью 5 и 12, ИИН 6 и 13, включенный между вытягивающим и эмиттерным электродами. Генераторы первого варианта работают на общий выпускной коллектор 14 и ионизируют среду в противоположной полярности. Благодаря этой особенности генератор второго варианта может вырабатывать как переменное, так и постоянное напряжение, не ионизируя

окружающую среду. Нагрузка генератора R_H подключается между вытягивающими электродами 3 и 10 разнополярных генераторов первого варианта.

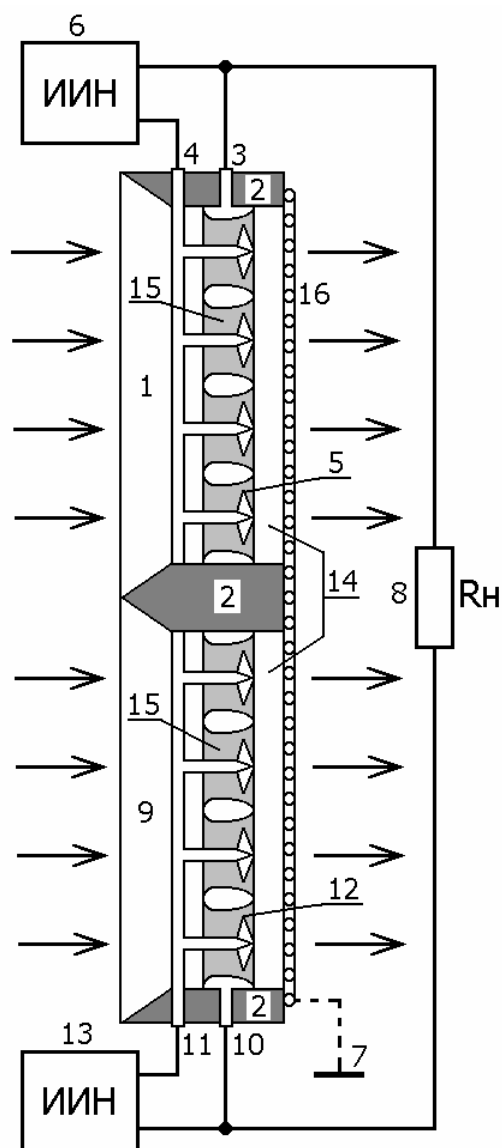


Рис. 4. Электрогазогидродинамический генератор (вариант 3).

На рис. 4 изображён третий вариант электрогазогидродинамического генератора (ЭГГДГ) [6], который имеет плоскую конструкцию. Генератор содержит перфорированные вытягивающие электроды 3, 10 с отверстиями 15, в которые входят заострённые зарядообразовательные части 5, 12 эмиттерных электродов 4, 11. Работа этого электрогазогидродинамического генератора происходит аналогично работе генератора, изображённого на рис. 3. Для ориентации электрического поля, возникающего между вытягивающими электродами 3 и 10, вдоль потока среды служит выравнивающий электрод 16, который выполнен в виде сетки. При необходимости выравнивающий электрод может быть подключен к заземлению 7.

Третий вариант электрогазогидродинамического генератора, в принципе, является вариантом компоновки, предназначенным для использования в ветроэнергетике. Отдельные секции, выполненные по этому варианту, могут быть объединены между собой до получения более крупной панели, похожей на парус. По подобному принципу можно строить и генераторы, вырабатывающие переменный многофазный ток. В этом случае количество каналов отдельной секции будет равно или кратно количеству фаз.

Литература:

1. Вестник АН СССР. 1976. № 1. С. 34-43.
2. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М.: Энергоатомиздат 1991г. С. 8-15.
3. Конеченков А. Е., Матвеев Ю. Б. Ветроэнергетика Украины. Факты и комментарии. Журнал Электрик №2 за 2002 г. С. 21,22.
4. Лаврус В. С., Источники энергии
5. Савинов А.Е. и др. Электрогазо(гидро)динамический преобразователь энергии. Патент России №2119232, МПК H02N3/00.
6. Володін В. Я. Електрогазогідродинамічний генератор /варіанти/. Патент України №44503А, МПК H02N3/00