

ОБ ЭЛЕКТРОННОМ ГЕНЕРАТОРЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ*

Рассмотрены генераторы, преобразующие механическую энергию в электроэнергию. Показана низкая эффективность такого производства электроэнергии и его негативное воздействие на экологию. Использование энергии фундаментального электрического взаимодействия электронов и катионов даёт возможность создать высокоэффективный экологически чистый электронный источник электроэнергии. Представлены теоретические основы и технические решения электронного генератора для производства электроэнергии. Показаны преимущества электроэнергетической нанотехнологии (ЭЭНТ) перед известными технологиями производства электроэнергии.

Ключевые слова: фундаментальное электрическое взаимодействие электронов и катионов (наноисточников) электрической энергии, закон сохранения энергии электричества, электронный генератор электроэнергии (ЭГЭ), реактор электронной плазмы, силовой трансформатор – преобразователь ЭГЭ, электродинамический движитель.

Электроэнергия – самый универсальный вид энергии, широко применяемый как в производстве средств аэрокосмической техники, так и в обеспечении жизнедеятельности аэрокосмических аппаратов. Производство электроэнергии осуществляется главным образом с помощью энергоблоков – генераторов, за счёт энергии сжигаемого топлива. В результате этого образуются вредные выбросы и отходы, негативно воздействующие на экологию. КПД топливосжигающих электрогенераторов сравнительно низкий. Они потребляют колоссальное количество топлива. Поскольку топливно-энергетические ресурсы планеты весьма ограничены и цена на них постоянно растёт, эта ситуация ведёт человечество в тупик энергетического экологического кризиса [1].

Анализ существующих электроэнергетических технологий показывает, что для электроэнергетики необходима принципиально новая электрическая технология производства электроэнергии. Единственной, данной природой возможностью для создания высокоэффективного экологически чистого источника электроэнергии (а не преобразователя других видов энергии в электроэнергию) является фундаментальное электрическое взаимодействие имеющих элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл электронов и катионов (наноисточников) электрической энергии, образующих вокруг себя радиальное электрическое поле с энергией 511 кэВ [2].

Сила взаимодействия заряженных тел описывается законом Кулона [2]:

$$F_k = q_1 \cdot q_2 / 4\pi\epsilon r_{ij}^2,$$

где q_1 и q_2 – суммарные заряды взаимодействующих тел; ϵ – диэлектрическая проницаемость среды; r_{ij} – расстояние между центрами заряженных тел.

Усреднённая энергия связи протонов в ядре и электронов в электронной оболочке химического элемента [2] определяется по формуле

$$W_g = e^2(Z-1)^2 / 4\pi\epsilon r_i,$$

где Z – атомный номер химического элемента; r_i – среднее расстояние между заряженными частицами в ядре или электронной оболочке химического элемента. Энергия связи (взаимодействия) двух протонов в ядре составляет порядка 1,6 МэВ, двух электронов в оболочке – по-

рядка 1,6 кэВ; двух ионов в плазме, в которой из каждого атома удалён один электрон на расстояние ионного радиуса $r_i \sim 10^{-10}$ м, ~ 16 эВ.

Электростатическая энергия моля ионизированного вещества, в котором из атома удален один электрон на расстояние ионного радиуса $r_i \sim 10^{-10}$ м, составляет порядка 10^{30} Дж [3] и определяется формулой

$$W_e = A^2 e^2 / 4\pi\epsilon r_p,$$

где A – число Авагадро; ϵ – диэлектрическая проницаемость среды. На ионизацию моля вещества, например с помощью электрической дуги, затрачивается энергия $W_d = AeU_d \sim 6 \cdot 10^{26}$ эВ, где U_d – напряжение между электродами дуги, равное ~ 100 В. Затраты энергии на формирование из плазмы электронного луча и управление лучом, например методом «электронной пушки» [2]: $W_l = AeU_l \sim 6 \cdot 10^{26}$ кэВ $\sim 10^{11}$ Дж, где U_l – напряжение на аноде электронной пушки, ~ 100 кВ. Соотношение энергий $W_e / (W_d + W_l) \sim 10^{19}$ показывает, что на фундаментальном взаимодействии электрически заряженных частиц можно создать высокоэффективный источник электроэнергии [3].

В процессе взаимодействия электроны и катионы не разрушаются, а рекомбинируя друг с другом, образуют атом исходного рабочего вещества, который вновь подвергается ионизации полем электрической дуги.

Техническое решение электроэнергетической нанотехнологии (ЭЭНТ) защищено патентом [4]. Осуществляется ЭЭНТ с помощью электронных генераторов электроэнергии (ЭГЭ), преобразующих в электроэнергию энергию взаимодействия положительных ионов с электронами, проходящими по электрической цепи, совершающими работу, пропорциональную произведению суммарного заряда электронов и катионов на их суммарную разность потенциалов. Такая технология позволяет в 5–7 раз снизить себестоимость производства электроэнергии по сравнению с топливосжигающими технологиями, не образует выбросов отходов, негативно воздействующих на экологию.

В основу ЭЭНТ положен процесс перехода электричества из электростатической формы в электродинамическую – «закон сохранения энергии электричества».

*Работа выполнена при финансовой поддержке фонда «Развитие научного потенциала высшей школы» 3172/09.

Теоретическая возможность такого перехода показана в [3].

Уравнения, связывающие плотность электростатической и электромагнитной энергии заряженных частиц:

– для правосторонней ротации электромагнитного процесса:

$$(\mu H^2 + \varepsilon E^2) = \rho R_{\tau} \mathbf{E} = \mathbf{DE};$$

– для левосторонней ротации электромагнитного процесса:

$$(\mu H^2 + \varepsilon E^2) = -\rho R_{\tau} \mathbf{E} = -\mathbf{DE},$$

где μ и ε – магнитная и диэлектрическая проницаемость среды соответственно; $\mathbf{H}$, $\mathbf{E}$ и $\mathbf{D}$ – вектор напряжённости магнитной составляющей, вектор напряжённости электрической составляющей и вектор индукции электрической составляющей электромагнитного процесса соответственно; ρ – плотность заряда частицы; R_{τ} – радиус заряженной частицы.

Мощность ЭГЭ определяется формулой

$$P_q = I_e \varphi_{\Sigma 0} = I_e N_L q_s / \varepsilon r_i = I_e N_s I_e a = I_e N_s I_e (M_i / \varepsilon R_a)^{1/2} = I_e^2 Z_H / \eta,$$

где $I_e = e N_e$ – ток эмиссии (N_e – количество электронов, переходящих за одну секунду из электрической дуги в электронный луч); $\varphi_{\Sigma 0} = U_q = N_L N_s \int E_i dl \cong \varphi_i N_s N_L$ – сум-

марный потенциал относительно точки с нулевым потенциалом, создаваемый электронным лучом на рабочем электроде (рабочее напряжение), определяется из уравнения $\text{grad } \varphi = -\mathbf{E}$; $N_s = N_e r_i / V_i$ – среднее количество заряженных частиц в поперечном сечении электронного луча; $\varphi_i = e / \varepsilon r_i = (e E_a / \varepsilon)^{1/2}$ – потенциал, создаваемый каждым электроном луча; $E_i = e / \varepsilon r_i^2$ – напряженность электрического поля, создаваемая электроном луча; $r_i = (e / \varepsilon E_a)^{1/2}$ – среднее расстояние между электронами в луче, устанавливающееся равновесием сил Кулона, расталкивающих электроны, и Лоренца – притягивающих электроны друг к другу; $V_i = (e U_a / M_i)^{1/2}$ – средняя скорость электронов в луче, получивших потенциал анодного поля, образующего луч из электронного облака плазмы; $E_a = U_a / R_a$ – напряженность анодного поля «электронной пушки», напряжение на аноде и расстояние между анодом и катодом; $r_i N_L \cong l_s$ – эффективная длина электронного луча, воздействующего на рабочий (поляризующийся) электрод (во сколько раз l_s больше R_a , во столько раз U_q больше U_a и P_q больше P_a , так как E_i по длине луча практически одинакова; происходит умножение напряжения электронным лучом в l_s / R_a раз, $U_q = U_a l_s / R_a$; $q_s = e N_s$ – суммарный заряд электронов, одновременно воздействующих на рабочий электрод; $\eta = Z_H / (Z_{qo} + Z_H)$ – КПД ЭГЭ в электрической цепи потребителя электроэнергии; $Z_{qo} = Z_{H, \text{ort}} = \varphi_{\Sigma 0} / I_e = I_e^{-1} (M_i / \varepsilon R_a)^{1/2}$ – внутреннее сопротивление ЭГЭ, ему должно быть равно сопротивление нагрузки для получения максимального КПД от генератора тока, каким является ЭГЭ.

Электрический ток, проходя по внешней цепи, соединяющей положительно и отрицательно поляризующиеся электроды, совершает электрическую работу в приемниках электрической энергии, т. е. передает ее потребителям, включенным в цепь. Вместе с этим электроны, приходя на положительно поляризованный катод электрической дуги, рекомбинируют с положительными иона-

ми, образуя атомы и молекулы рабочего вещества (в данном случае инертного газа), которое вновь подвергается ионизации полем электрической дуги [4]. Многократная ионизация – рекомбинация рабочего вещества в герметичном объеме, не расходует его, не нарушает его свойства.

На придание скорости электронам, формирование луча из электронной плазмы и массоперенос электронов от области электрической дуги до поляризующегося электрода затрачивается энергия анодного поля

$$W_a = e N_e U_a = N M_i V_i^2 = W_{Mv}.$$

При этом в сжатом из электронной плазмы луче создается энергия взаимодействия электрических зарядов

$$W_{ij} = q_i q_j / \varepsilon r_{ij} = N_i e_i N_j e_j / \varepsilon r_{ij} = N^2 e^2 / \varepsilon r_{ij}.$$

Баланс энергии ЭГЭ:

$$W_{\varphi e} + W_a + W_e = W_{ij} + W_{Mv} = W_{\lambda T} + W_q = I^2 Z_H t / \eta,$$

где $W_{\varphi e} = e \varphi_e N$ – затраты энергии на совершение работы выхода N электронов из материала катода для получения электронной плазмы, в данном случае φ_e равно напряжению между электродами электрической дуги; $W_e = N e^2 k / \varepsilon$ – энергия электрического поля N свободных электронов; $W_{Mv} = N M_i V_i^2$ – кинетическая энергия частиц, движущихся в электронном луче; $W_{\lambda T}$ – электромагнитное излучение и тепловой нагрев мишени, обусловленные торможением движущихся электрических зарядов и торможением массы частиц; $W_q = e N \varphi_{\Sigma 0} = I^2 Z_H t$ – энергия взаимодействия электронов, сжатых в электронный луч – потенциальная энергия электрических зарядов, преобразуемая в электромагнитную энергию и передаваемая под действием суммарного потенциала электрическим током в нагрузку сопротивлением Z_H , включенную в электрическую цепь рабочего электрода, принимающего электронный луч.

Для эффективного производства электроэнергии необходимо, чтобы K_w – коэффициент эффективности преобразования электростатической энергии – соотношение производимой электроэнергии к затрачиваемой на это производство, был больше единицы. Чем больше это соотношение, тем выше эффективность производства ЭЭНТ. В случае ЭГЭ [4]

$$K_w = W_q / (W_a + W_{je}) = \varphi_{\Sigma 0} / (U_a + \varphi_e) \cong N_s I_e (M_i / R_a \varepsilon U_a^2)^{1/2} > 1,$$

так как $\varphi_{\Sigma 0} > U_a \gg \varphi_e$.

Отсюда минимальная эмиссия электронов, необходимая для производства электроэнергии с $K_w = 1$, определяется как

$$N_{\text{emin}} > U_a (\varepsilon R_a / M_i l_s^2)^{1/2}.$$

При $U_a = 10^3$ В и $E_a = 10^4$ В/м, $N_{\text{emin}} > 10^{14}$ е/с. Одновременное взаимодействие моля электронов $N = 6 \cdot 10^{23}$ (их суммарная масса $\approx 0,5 \cdot 10^{-6}$ кг) и сближение их на расстояние ионного радиуса $r_{ij} \sim 10^{-10}$ м создают пучок электронов с суммарной энергией порядка 10^{30} Дж.

Определим минимальную силу тока и мощность ЭГЭ.

Затраты энергии анодного поля на ускорение и массоперенос электронов $W_a = e N_e U_a$ представляют собой линейную зависимость от суммарного заряда электронов луча $q = e N_e$. Энергия взаимодействия электронов, сжатых в электронный луч $W_q = N^2 e^2 / \varepsilon r_{ij}$, представляет со-

бой квадратичную зависимость от суммарного заряда электронов луча (рис. 1).

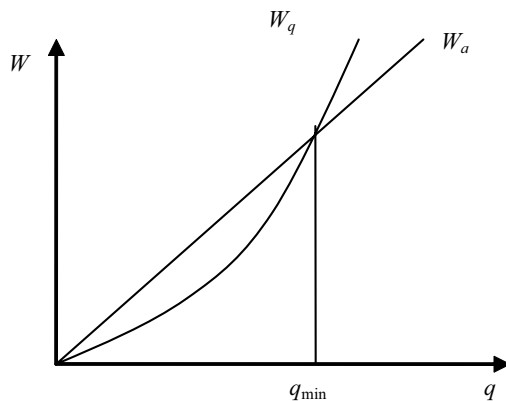


Рис. 1

Для производства электроэнергии с помощью ЭГЭ необходимо, чтобы количество производимой электроэнергии превышало затраченную электрическую энергию:

$$W_q / W_a = K_w > 1.$$

Из этого соотношения определяем минимальную силу тока, необходимую, чтобы ЭГЭ был генератором, а не преобразователем энергии:

$$I_{\min} = \rho_q V_i S_q \approx \varepsilon (e/m)^{1/2} \cdot U_p^{3/2} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot U_p^{3/2} (A).$$

Минимальная мощность фазы ЭГЭ:

$$S_{\min} = I_{\min} U_p = 4 \cdot 10^{-5} \cdot U_p^{5/2} (BA).$$

Обозначения: $\rho_q = 3e/4\pi r_i^3$ – плотность заряда в электронном луче; $V_i = (eU_a/M)^{1/2}$ – средняя скорость электронов в луче, получивших потенциал анодного поля; $S_q = \pi r_i^2 I_s (E_a \cdot \varepsilon/e)^{1/2}$ – площадь поперечного сечения электронного луча; $r_i = (e/\varepsilon E_a)^{1/2}$ – среднее расстояние между электронами в луче.

При рабочем напряжении 10 кВ минимальная мощность ЭГЭ на каждую фазу составляет 400 кВА. При рабочем напряжении 35 кВ $S_{\min}$ на каждую фазу составляет около 9 МВА. При рабочем напряжении 100 кВ $S_{\min}$ на фазу – 132 МВА.

Для производства и потребления электроэнергии по ЭЭНТ необходим реактор электронной плазмы (РЭП) ЭГЭ, превращающий рабочее вещество в заряженную плазму с помощью электрической дуги в ортогональном электрическом поле, и силовой трансформатор – преобразователь ЭГЭ (СТ-П), преобразующий электростатическую энергию заряженной плазмы в электроэнергию и согласующий ЭГЭ с сетью потребителей.

Технологическая схема электроснабжения по ЭЭНТ с помощью ЭГЭ показана на рис. 2. Здесь РЭП – реактор электронной плазмы; СТ-П – силовой трансформатор –

преобразователь электростатической энергии луча электронной плазмы в электроэнергию, которую передает в сеть потребителей электроэнергии; РПН – регулируемый преобразователь напряжения, создаёт необходимые напряжения для совместной работы РЭП и СТ-П.

Укрупненная схема топливосжигающей электроэнергетической технологии с помощью ТЭС или АЭС, вырабатывающих соответственно около 70 % и порядка 10 % электроэнергии [1] показана на рис. 3. Здесь Т – топливо, углеводородное или ядерное; К – котёл для сжигания соответствующего топлива и превращения его в тепловую энергию; ТП – турбина паровая, преобразующая тепловую энергию пара в механическую энергию; МГЭ – механический генератор электроэнергии, преобразующий механическую энергию в электроэнергию; ПВН – трансформаторная подстанция высокого напряжения; ЛЭП – высоковольтная линия передачи электроэнергии; ПНН – трансформаторная подстанция низкого напряжения. Сеть потребителей электроэнергии такая же, как в ЭЭНТ.

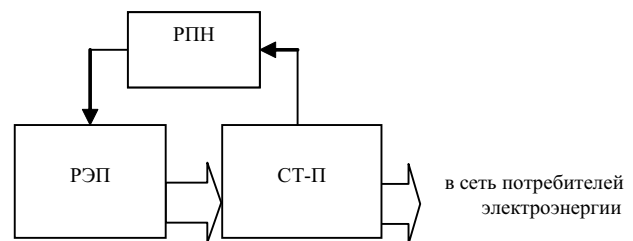


Рис. 2

Сравнивая схемы электроснабжения с помощью ЭГЭ и с помощью топливосжигающих энергоблоков ТЭС или АЭС, видим, что для ЭГЭ не требуется топливо и сжигающий его котел, а также турбогенератор, преобразующий тепловую энергию в электроэнергию. ЭГЭ – экологически чистый источник энергии, поэтому его можно располагать непосредственно на территории сети потребителей, исключая ЛЭП – ненадежное звено энергосистемы, подверженное внешним воздействиям, в 2–3 раза повышающее стоимость передаваемой электроэнергии. Соответственно исключаются повышающая и понижающая трансформаторные подстанции. ЛЭП занимают сравнительно большие площади на территории городов и поселков. Такое упрощение технологической схемы ЭГЭ и схемы электроснабжения существенно (в 5–7 раз) снижает трудозатраты на создание и эксплуатацию энергосистемы, повышает ее надежность и сокращает сроки промышленного освоения.

Для промышленного освоения и массового применения электронной энергетики необходимы известные технологии электровакуумного, электротехнического приборостроения, а также технологии техники высоких напряжений. Имеющиеся электрические сети потребителей электроэнергии, силовое, бытовое и другое элект-

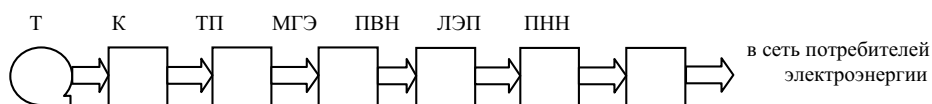


Рис. 3

ротехническое оборудование могут быть использованы без изменений.

ЭГЭ можно эффективно использовать в качестве энергетических и силовых устройств на сухопутных, водных, воздушных, космических транспортных средствах [5].

Проработаны ЭГЭ номинальной мощностью 1, 10, 100 и 200 МВА [6]. Себестоимость производства электроэнергии с помощью ЭГЭ сравнительно низкая и составляет 10–15 руб. за 1 000 кВт·ч для энергоблоков мощностью 100...200 МВА; 30–40 руб. за 1 000 кВт·ч для энергоблоков мощностью порядка 10 МВА; 100–120 руб. за 1 000 кВт·ч для энергоблоков мощностью порядка 1 МВА.

Электронные генераторы электроэнергии, в силу их достоинств, займут ведущее положение в электроэнергетике третьего тысячелетия [6; 7].

Библиографические ссылки

1. Топливо-энергетический комплекс России. М. : Энергия, 2006.
2. Физическая энциклопедия : в 4 т. М. : Сов. энцикл., 1990.
3. Казьмин Б. Н. Анализ новых представлений об электрическом заряде, поле, плазме, с целью создания новейших высокоэффективных технологий // Повышение эффективности ТЭК : докл. на 3-й Всерос. науч.-практ. конф. г. Красноярск, 15–16 нояб. 2002. С. 12–14.
4. Пат. RU № 2262793 С2, МПК⁷ H 02 № 3/00. Способ производства энергии / Казьмин Б. Н. ; заявка 2002 134362/15, 19.12.2002 ; опубл. 20.10.2005. Бюл. № 29.
5. Пат. RU № 2270513 С1, МПК H02K 51/00. Электродинамический движитель / Артемьев М. И., Казьмин Б. Н. ; заявка 2004125020/09, 16.08.2004 ; опубл. 20.02.2006. Бюл. № 5.
6. Бизнес-план создания, освоения и развития электронной энергетики / Лаб. НИОКР «Электронанотехнологии». Красноярск, 2005.
7. Казьмин Б. Н. Электронный генератор электроэнергии : сертификат Всерос. выставки «Красноярск-2009 „Технологии будущего“», 19–21 апр. 2009. Красноярск, 2009.

B. N. Kazmin, I. V. Trifanov

ABOUT ELECTRONIC GENERATOR OF ELECTRIC POWER

The authors consider generators converting mechanical energy to electric power. Low efficiency of such manufacture of electric power and its negative influence on ecology is shown. Use of energy of fundamental electric interaction between electron and cation gives possibility to create highly effective ecologically pure electronic source of electric power. Theoretical bases and technical decisions of electronic generator for electric power manufacture are presented. Advantages of electropower nanotechnology (EPN) against well-known technologies of electric power production are shown.

Keywords: fundamental electric electron and cation interaction, electric energy, law of conservation of energy of electricity, electronic generator of electric power (EGEP), reactor of electronic plasma, power transformer – converter EGE, electrodynamic propelling.

© Казьмин Б. Н., Трифанов И. В., 2011

УДК 658.512.001.56

М. В. Карасева

МОДИФИКАЦИЯ СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕЗАУРУСА

Представлена модификация модели синтеза структуры информационного обеспечения в распределенной системе поддержки принятия решений на основе тезауруса, учитывающая мультилингвистический случай представления информации. Это существенно повышает ее значимость для современных СППР, так как большинство крупных как российских, так и зарубежных компаний работают на международном рынке и, как следствие, принимать решение, основываясь только на одноязычных данных, сегодня уже нецелесообразно.

Ключевые слова: модификация, поддержка принятия решений, тезаурус.

В области управления предприятиями и организациями существуют мощные базы данных, развитые информационные сети и системы, однако одной из основных проблем обеспечения информацией специалистов

и лиц, принимающих решение (ЛПР), остается проблема информационного поиска релевантных источников (документов и данных) в распределенных информационных системах.