

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

УДК 537.39: 537.5

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДАХ*

*Г.Ф. Кузнецов, Д.Г. Клещев, В.В. Крымский, С.И. Лаврентьев, С.Ю. Гуревич
г. Челябинск, ЮУрГУ*

ON THE POSSIBILITY OF ENERGY GENERATION IN ELECTRICAL DISCHARGES

*G.F. Kuznetsov, D.G. Kleshchev, V.V. Krymsky, S.I. Lavrentiev, S.Y. Gurevich
Chelyabinsk, SUSU*

Описана экспериментальная установка и результаты исследования возможности получения тепловой и электрической энергии при электрических разрядах большой мощности в водно-солевых растворах.

Ключевые слова: разряд, раствор, импульс, энергия.

The experimental assembly and the research results of possibility of thermal and electric energy generation in electrical high-power discharges in the salt aqueous solutions are described.

Keywords: discharge, solution, pulse, energy.

В работе И.В. Курчатова [1] указаны два направления проведения термоядерных реакций: стационарные и импульсные. Теоретически было предположено, что при импульсных разрядах в дейтерии с токами более 300 кА может появиться нейтронное излучение термоядерного происхождения.

Экспериментально было исследовано действие электрического разряда на газы: водород, дейтерий, гелий, аргон, ксенон и их смеси. Во время разряда измерялись нейтронный поток и уровень рентгеновского излучения. Обнаружено, что при разряде в дейтерии возникают нейтронный импульс и синхронно с ним жесткое рентгеновское излучение с энергией 300...400 кэВ. В плазме разряда, по оценке автора, температура достигает 10^6 °С.

Из различных работ, которые описывают установки для получения энергии в электрическом разряде, следует отметить работы А.В. Вачаева и Н.И. Иванова [2, 3, 4, 5]. В работе [2] используется разряд постоянного тока, в [4] – переменного, в [5] – оба вида токов. Гидравлические и электрические схемы установки, работающей на переменном и постоянном токах приведены в [5]. В работе [4] приведены энергетические характеристики установки на переменном токе.

В работах [6, 7] описан способ генерирования и конструкция генератора нейтронных импульсов. Суть способа заключается в том, что на разрядную камеру с плазменным фокусом, которая заполнена дейтерием или смесью дейтерий-тритий подается ионизирующий токовый импульс 100–500 А длительностью 20–100 нс. Далее с задержкой 30–150 нс подается основной высоковольтный импульс (25 кВ, 500 кА), после чего возникает импульс нейтронного излучения с выходом более 10^{11} нейтронов в импульсе в зависимости от условий разряда и конструкции камеры. Это означает, что в камере происходит реакция ядерного синтеза с выделением нейтронов и энергии. Реальность существования и работоспособности этого устройства подтверждается предложением продажи нейтронных генераторов различных типов, производимых ВНИИА им. Духова [8].

По вышеизложенному и целому ряду других источников можно сделать однозначный вывод: существует экспериментально подтвержденная в различных научных организациях возможность получения дополнительной энергии в электрическом разряде.

Для проверки возможности создания нового источника электрической энергии на основе элек-

*В порядке обсуждения.

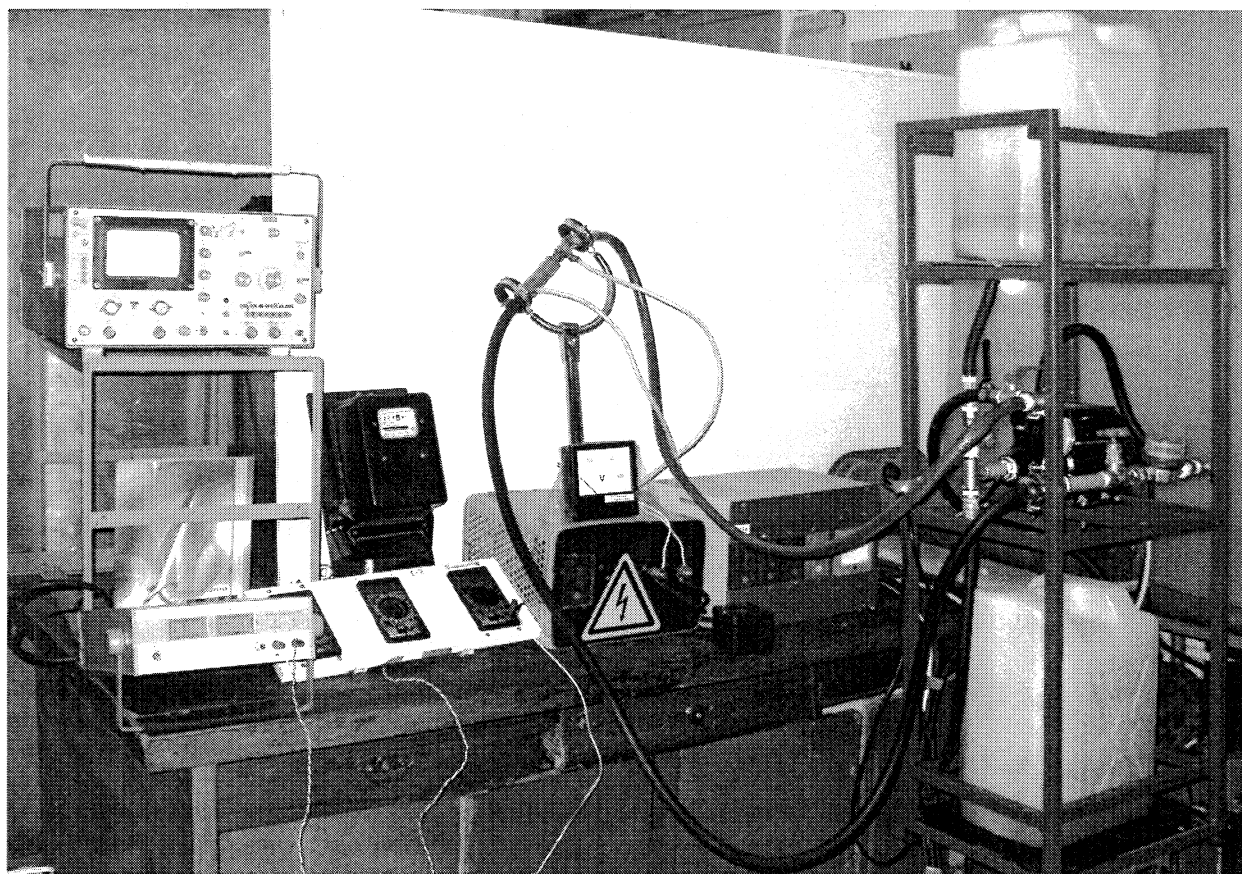


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки для исследования энергетических процессов

трического разряда в потоке водно-солевого раствора была разработана и смонтирована экспериментальная установка, основными структурными элементами которой являются: реактор для создания электрического разряда; гидросистема для питания реактора водно-солевым раствором; электротехническое оборудование; комплект средств измерений (рис. 1).

Конструкция реактора приведена на рис. 2. В корпус 1, изготовленный из оргстекла, ввинчены два трубчатых стабилизирующих электрода 2, 3. В средней части реактора размещена керамическая

вставка 6, проходное сечение которой имеет меньший диаметр, нежели сечение корпуса реактора. Этим обеспечивается увеличение скорости потока водно-солевого раствора. Именно в месте сужения сечения располагаются окончания иницирующих электродов 4, 5. Реактор может быть снабжен катушкой 7 для создания магнитного поля.

Гидросистема смонтирована на раме из металлического уголка и содержит следующие узлы: бак подачи раствора, кран подачи, центробежный насос, питаемый напряжением 220 В, давление на выходе 4 атм, максимальный расход раствора

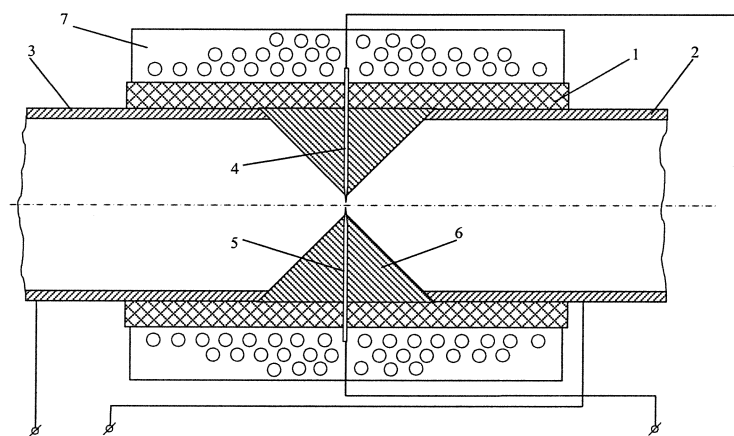


Рис. 2. Конструкция реактора

0,3 кг/с, счётчик подачи раствора механический, регулирующий вентиль, манометр, бак приемный, сливной кран, раму.

Из подающего бака раствор самотеком через кран поступает в насос. Насос прокачивает раствор через счётчик, регулирующий вентиль и реактор. Давление раствора на входе в реактор определяется по манометру, средний расход – по счётчику. Из реактора раствор поступает в приемный бак, либо в другие приемные ёмкости (если необходим химический анализ раствора, прошедшего через реактор). Упрощенная электрическая схема установки приведена на рис. 3.

Для определения комплексных характеристик экспериментальной установки использовалось следующее электротехническое оборудование: термопары ХА; блок мультиметров DT838; счётчик электрической энергии САЧУ-И672М; источник питания постоянного тока Б5-43; вольтметр М381; амперметр М42100.

Трёхфазное электрическое напряжение величиной 380 В из электрической сети подаётся на регулируемый тиристорный выпрямитель, который позволяет получить на его выходе постоянное напряжение от 270 до 530 В. Этим напряжением заряжается конденсатор С. Балластное сопротивление R6 ограничивает ток в электрической цепи величиной 50 А, что соответствует максимальному значению тока в случае короткого замыкания цепи внутри реактора Р. Конденсатор разряжается на электроды реактора с образованием электрических разрядов. Для исследований был изготовлен из оргстекла реактор, имеющий форму цилиндра (внутренний диаметр – 30 мм, длина – 100 мм). В основания цилиндра ввинчены проточные трубчатые электроды внутренним диаметром 8 мм. Обращённые друг к другу концы электродов проточены до диаметра 12 мм. В хвостовой части электродов имеются контактные шпильки для крепления проводов электропитания и штуцеры для подсоединения шлангов подачи раствора электролита.

В опытах использовали электроды, изготовленные из катодной меди марки М1к (ГОСТ 859–2001), а также из графита марки ISEM-1. Площадь электродов составляла ~60 мм²; начальный зазор между ними – 1,0±0,1 мм. В качестве электролита использовали растворы хлорида натрия и гидроксида натрия в дистиллированной воде. Напряжение U варьировали от 270 до 530 В, ёмкость конденсатора С – от 50 до 400 мкФ, концентрацию растворов – от 0,05 до 0,25 моль/дм³, скорость подачи раствора – от 0,1 до 0,9 дм³/мин. При разряде наблюдалась эрозия поверхностного слоя электродов, что приводило к увеличению зазора между электродами до 1,5 мм в опытах с медными и до 2,0 мм в опытах с графитовыми электродами.

Температура раствора после реактора с течением времени постепенно увеличивалась от T₀, приближаясь к своему постоянному значению T, и далее не изменялась. Время достижения стационарного значения температуры при данной скорости подачи электролита составило 270 с. За изменение температуры ΔT при расчете теплоты Q, необходимой для нагрева электролита принята величина ΔT = T – T₀.

Эксперименты показали (табл. 1), что при подаче на реактор напряжения U ≥ 300 В в реакторе возникают электрические разряды в виде кратковременных ярких вспышек белого цвета, частота которых зависит от следующих основных параметров: а) величины подаваемого напряжения, б) величины ёмкости конденсатора С; в) концентрации электролита в растворе; г) скорости подачи в реактор раствора; д) величины зазора между электродами. При этом амперметром А2 фиксируется пере-

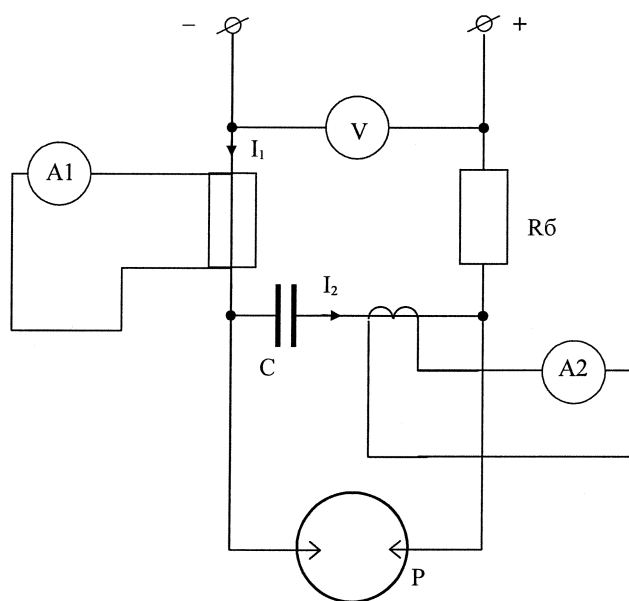


Рис. 3. Электрическая схема установки

Таблица 1

Параметры и показатели работы экспериментальной установки

Параметры	№ опыта					
	1	2	3	4	5	6
1. Напряжение U , В	350	530	350	350	530	350
2. Емкость конденсатора, мкФ	200	200	50	100	400	200
3. Концентрация электролита, моль/дм ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,05
4. Скорость подачи раствора, дм ³ /мин	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
5. Постоянный ток I_1 , А	7	12	1	5	4	3
6. Переменный ток I_2 , А	30–70	80–120	< 5	20–50	25–30	20–60

Таблица 2

Энергетический баланс

Параметры	Опыт 1 ($C_{NaCl} = 0,09$ моль/дм ³)	Опыт 2 ($C_{NaCl} = 0,17$ моль/дм ³)	Опыт 3 ($C_{NaCl} = 0,25$ моль/дм ³)
1. $W_э$, МДж	0,36	1,01	0,36
2. Объем раствора, дм ³	1,6	5,0	1,7
3. ΔT , °C	30–35	50	60
4. Q , МДж	0,235	1,05	0,43
5. W_k , Дж	3,2	10	3,4
6. A_r , Дж	800	2400	800
7. $W_{эл}$, Дж	2700	8000	2700
8. Коэффициент энергоотдачи $Q/W_э$, отн./ед.	0,7	1,0	1,2

менный электрический ток I_2 через конденсатор C (в дальнейшем вторичная электрическая цепь), величина которого зависит от конкретных параметров работы установки и может изменяться по своей величине от 20 до 300 А (частота тока I_2 составляет 10–15 кГц). Отметим, что по своей величине ток I_2 значительно больше тока I_1 .

Проведенный анализ экспериментальных данных, показывает, что величина тока I_2 изменяется симбатно с величинами подаваемого напряжения U , емкости конденсатора C и концентрации электролита в водном растворе. Зависимость I_2 от скорости подачи электролита (V) через реактор не монотонна: при малых скоростях подачи величина I_2 изменяется симбатно с ростом V (диапазон значений $0,1 \text{ дм}^3/\text{мин} < V < 0,4 \text{ дм}^3/\text{мин}$), при $V = 0,4–0,5 \text{ дм}^3/\text{мин}$ достигает максимального значения, а далее уменьшается при дальнейшем увеличении скорости подачи электролита через реактор.

Для составления комплексных энергетических характеристик процессов, реализующихся при электрическом разряде в растворах электролитов, были проведены оценочные исследования баланса электрической энергии, подводимой к экспериментальной установке, и идущей на нагрев электролита и другие физико-химические процессы. Результаты представлены в табл. 2.

В таблице использованы следующие обозначения: $W_э$ – поступившая на вход установки электрическая энергия; ΔT – изменение температуры электролита; Q – тепловая энергия, которая пошла на нагрев электролита; W_k – кинетическая энергия движения электролита; A_r – работа, идущая на пре-

одоление гидродинамического сопротивления гидравлической цепи; $W_{эл}$ – энергии электромагнитного излучения.

Обращает на себя внимание опыт 3, в результате которого коэффициент энергоотдачи превысил единицу. Таким образом, экспериментальные результаты подтверждают возможность получения энергии при электрическом разряде с повышенным коэффициентом энергоотдачи.

Литература

1. Курчатова, И.В. О возможности осуществления термоядерных реакций в электрическом разряде / И.В. Курчатова // Атомная энергия. – 1956. – Вып. 3. – С. 65–75.
2. Механизм и энергетика фазовых переходов: учебное пособие / А.В. Вачаев, Н.И. Иванов, Г.А. Павлова, А.И. Иванов // Магнитогорск: МГМА, 1996. – 74 с.
3. Пат. № 2096846 РФ, МКИ G 21 G 1/00, H 05 H 1/24. Способ получения элементов и устройство для его осуществления / А.В. Вачаев, Н.И. Иванов, А.Н. Иванов, Г.А. Павлова. – Заявл. 31.05.94 // Изобретения. – 1997. – № 32. – С. 369.
4. Основные положения дейтонной горно-металлургической технологии / Н.И. Иванов, А.В. Вачаев, Г.А. Павлова, Л.А. Скворцов // Известия вузов. Черная металлургия. – 1998. – № 4. – С. 54–59.
5. Взаимопревращения химических элементов / В.Ф. Балакирев, В.В. Крымский, Б.В. Болотов и

др.; под ред. В.Ф. Балакирева. – Екатеринбург:
УРО РАН, 2003. – 94 с.

б. Экспериментальный образец импульсного
генератора нейтронов наносекундной длительно-
сти / А.А. Бойко, А.К. Дулатов, Б.Д. Лемешко,
П.П. Сидоров // Научная сессия МИФИ: сб. науч.
трудов. – 2005. – Т. 8. – С. 81–82.

7. Пат № 2362277 РФ, МКИ С1, Н 05 Н 1/00.
Способ генерации нейтронных импульсов /
Е.П. Боголюбов, А.В. Голиков, А.К. Дулатов и др. –
Заявл. 14.02.2008; опубл. 20.07.2009.

8. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/1711/html>

Поступила в редакцию 13.01. 2010 г.

Кузнецов Геннадий Федорович – доктор технических наук, профессор кафедры «Общая и экспериментальная физика», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск.

Область научных интересов – энергогенерирующие устройства. Тел.: 8-(351) 267-93-07.

Kuznetsov Gennady Fyodorovich is Dr.Sc. (Engineering), Professor of the General and Experimental Physics Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: energy-generating devices. Tel.: 8-(351) 267-93-07.

Клещев Дмитрий Георгиевич – доктор химических наук, профессор кафедры «Общая и экспериментальная физика», Южно-Уральский государственный университет. Область научных интересов – химия и физика твердого тела. Тел.: 8-(351) 267-93-07, e-mail: dgk@susu.ac.ru.

Kleshchev Dmitry Georgievich is Dr.Sc. (Chemistry), Professor of the General and Experimental Physics Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: chemistry of solids, solid state physics. Tel.: 8-(351) 267-93-07, e-mail: dgk@susu.ac.ru.

Крымский Валерий Вадимович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры электротехники, Южно-Уральский государственный университет. Область научных интересов – электродинамика конденсированных сред. Тел.: 8-(315) 267-90-14, e-mail: kvv@susu.ac.ru.

Krymsky Valery Vadimovich is Dr.Sc. (Physics and Mathematics), Professor of the Electrical Engineering Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: electrodynamics of the condensed mediums. Tel.: 8-(315) 267-90-14, e-mail: kvv@susu.ac.ru.

Лаврентьев Сергей Иванович – мастер электроцеха филиала ОАО «Фортум» филиал Челябинская ТЭЦ-2.

Lavrentiev Sergey Ivanovich is a foreman of the electric shop of a branch of JSC “Fortum”, branch of Chelyabinsk heat electric generation plant # 2. Tel.: 8-912-312-0476, e-mail: talavr@bk.ru.

Гуревич Сергей Юрьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Общая и экспериментальная физика», Южно-Уральский государственный университет. Область научных интересов – физика магнитных явлений. Тел.: 8-(351) 267-90-38, e-mail: sergur@susu.ac.ru.

Gurevich Sergey Yurievich is Dr.Sc. (Engineering), Professor, Head of the General and Experimental Physics Department, South Ural State University, Chelyabinsk. Research interests: physics of magnetic phenomena. Tel.: 8-(351) 267-90-38, e-mail: sergur@susu.ac.ru.